

# Universidad Carlos III

Escuela Politécnica Superior

Departamento de Tecnología Electrónica



## Trabajo de Fin de Grado

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

### Análisis de un Sistema de Autoconsumo Híbrido Fotovoltaico

Autor: Juan Andrés Cáceres Campos

Tutor: Vicente Salas Merino

Fecha: 18/2/2014

# ÍNDICE

<b>1. Objetivo del Proyecto</b>	3
<b>2. Introducción</b>	3
<b>3. Introducción a los sistemas fotovoltaicos</b>	7
<b>4. Consumo de una vivienda convencional</b>	8
<b>5. Diferentes Topologías de los sistemas de autoconsumo fotovoltaico</b>	13
5.1    Sistemas autónomos o aislados	13
5.2    Sistemas de conexión a red:	14
5.2.1    Sistemas de autoconsumo instantáneo:	14
5.2.2    Sistemas de conexión a red	15
<b>6. Descripción de los elementos de cada topología</b>	20
6.1    Descripción de los elementos de los sistemas autónomos o aislados	20
6.2    Descripción de los elementos de los sistemas de conexión a red	37
<b>7. Integración arquitectónica de la energía solar fotovoltaica</b>	40
7.1    Paneles solares con forma de tejas	43
7.2    Paneles transparentes	43
7.3    Paneles solares cilíndricos	44
7.4    Persianas que captan energía e iluminan de noche	44
7.5    Ventanas solares	45
7.6    Fachadas solares	45
<b>8. Normativa</b>	46
<b>9. Simulación en PVsyst</b>	54
9.1    Simulaciones simplificadas con PVsyst	54
9.2    Simulaciones detalladas con PVsyst	66
<b>10. Presupuesto</b>	84
<b>11. Estudio económico de las diferentes topologías</b>	86
<b>12. Conclusión</b>	87
<b>13. Referencias</b>	89
<b>14. Anexos</b>	90
14.1    Panel Fotovoltaico (SunPower SPR-455J-WHT-D)	90
14.2    Inversor de conexión a red (Mastervolt Sunmaster ES3.6TL)	92



14.3	Inversor/cargador (Studer , XTH-8000-48).....	95
14.4	Generador Diesel (Kaiser K6000DM).....	97
14.5	Batería (Exide SB6/200A - 200Ahr - Gel 80%) .....	98
14.6	Regulador de Carga (Studer VT-65).....	99
14.7	Medidor de consumo (PM 300) .....	101
14.8	Comparador (SunTrol Datalogger) .....	104
14.9	Estructura soporte (SolarWorld) .....	106



## **ANALISIS DE UN SISTEMA DE AUTOCONSUMO HÍBRIDO FOTOVOLTAICO**

### **1. Objetivo del Proyecto**

Hay varios objetivos que perseguimos con este proyecto:

- a) Analizar las alternativas y sistemas para el consumo energético eficiente.
- b) Hacer un estudio de viabilidad para la implantación de un sistema híbrido de autoconsumo.
- c) Saber en qué momento habría que instalar el sistema híbrido.
- d) Analizar la actualidad en España sobre las medidas que adopta el gobierno en la energía híbrida fotovoltaica.
- e) Aprovechar mejor los recursos energéticos, para ello debemos saber aprovechar la energía solar mediante los paneles solares fotovoltaicos.
- f) Conseguir un ahorro energético importante en la factura.
- g) Contribuir con el desarrollo sostenible al conseguir gran parte de la energía de forma limpia e ilimitada, y también la aceptación económica y social con la implantación de esta topología.
- h) Ilustrar las diferentes formas en que se puede presentar un sistema híbrido.
- i) Detallar los elementos que conforman un sistema híbrido.
- j) Realizar simulaciones que nos ayuden a entender los diferentes parámetros de un sistema híbrido.
- k) Dar todo tipo de detalles legales para poder ejecutar el proyecto.
- l) Analizar los diferentes climas de España, para ver cuales tendrían mayor beneficio por la radiación solar.

### **2. Introducción**

En la actualidad el coste y la cantidad de energía consumida es muy a tener en cuenta, ya que hoy en día nada sería posible sin energía eléctrica. Por eso continuamente se está estudiando diversas formas de obtener energía de forma que podamos obtener la mayor cantidad de energía al menor coste posible. Según la fuente de la que obtengamos energía podemos clasificar 2 tipos:

a) Energía renovable: aquellas consideradas como inagotables y que desde el punto de vista científico se pueden regenerar después de ser utilizadas. Como por ejemplo: Energía mareomotriz (mareas), Energía hidráulica (embalses), Energía eólica (viento), Energía solar (Sol), Energía de la biomasa (vegetación). Su gran ventaja es que, como dice en su definición, es inagotable. Sin embargo la gran desventaja es que no es una energía que se produzca de manera constante, ya que depende de otros factores. Por ejemplo, la irradiación del sol no es igual a medio día que por la noche, y también depende de la estación del año.



b) Energía no renovable: se encuentran en la naturaleza de forma más limitada, y que no pueden volverse a utilizar con posterioridad. Como por ejemplo: Los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) y la energía nuclear (fisión y fusión nuclear). La ventaja que tiene es que es de producción constante, a diferencia de la energía renovable, por tanto no importa si es de día o de noche y en qué estación del año nos encontremos. Además de esto es de fácil extracción, sin embargo su desventaja principal es que, como dice en su definición, es limitado. Otro gran problema de estas energías es que son tóxicos y emiten gases nocivos al medio ambiente, por eso cada vez más las leyes son más estrictas, y no son tan permisivas a la hora de dejar que se contamine el planeta. Desde el punto de vista económico, ya no sale tan rentable, porque el que contamina paga.

La fuente de energía que más se utiliza es la energía no renovable, al ser más constante que la renovable. Sin embargo, muchos de los combustibles utilizados de la energía no renovable se han encarecido mucho, además del gasto cada vez mayor por contaminar al medio ambiente. Por eso, es interesante tener en cuenta la energía renovable como fuente de energía.

Por todos estos problemas en cada una de las fuentes de energía surge la energía híbrida, que es una combinación de estos 2 tipos de energía. De esta forma podemos aprovechar las ventajas de ambas, con la única desventaja de que es una alternativa en desarrollo y cuyo coste inicial es superior a las fuentes de energía anteriores.

En la actualidad, ya está puesta en algunos ámbitos. Combinando diversas energías para así obtener el mayor rendimiento y rentabilidad en nuestra instalación.

Al estar en continuo desarrollo tenemos el gran inconveniente de que en muchos países, entre ellos España, no tiene una legislación desarrollada para poder utilizar la energía híbrida de la mejor manera posible. Por suerte, el gobierno, está elaborando un Proyecto de un Real Decreto que hará que por fin esté desarrollado en un marco legal este tipo de energía. Esto beneficiaría en gran medida al consumo eficiente, por lo que ahorraría muchos costes en muchos sectores en nuestro país, ayudando en una pequeña parte a poder superar la crisis de este país.

La energía híbrida, ya ha sido utilizada en Autobuses, Coches, Granjas, etc. Por eso con este proyecto vamos a intentar demostrar que también podemos aplicarlo en la vivienda. De esta forma las viviendas construidas en un futuro tendrán la ventaja de tener costes más reducidos en la energía eléctrica.

En nuestro caso particular vamos a combinar las fuentes de energía que proceden de la red eléctrica con la energía fotovoltaica procedente del Sol. Así podemos obtener energía gratuita del Sol, y mientras no haya Sol, poder usar la energía eléctrica de la red. Por tanto la energía será constante, venga del Sol o de la red eléctrica, y el consumo será más limpio y económico.

El Sol entrega a la superficie de la Tierra unos 173.000 TW (o lo que es lo mismo, 900 W / m<sup>2</sup>). Este arroja sobre la Tierra cuatro mil veces más energía que la que vamos a consumir.

La energía solar es una energía garantizada para los próximos 6.000 millones de años. El Sol ha brillado en el cielo desde hace unos cinco mil millones de años, y se calcula que todavía no ha llegado a la mitad de su existencia. Es una fuente de energía inagotable, por su magnitud y porque su fin será el fin de la vida en la Tierra.

La energía del Sol se puede medir con diferentes unidades físicas:

- **Irradiancia:** Es la potencia de la radiación solar por unidad de superficie, su unidad es  $[W/m^2]$
- **Irradiación:** Energía que incide por unidad de superficie en un tiempo. Irradiación = Irradiancia · tiempo; por lo tanto sus unidades serán  $[J/m^2]$  ó  $[kW \cdot h/m^2]$  donde  $1kW \cdot h$  equivale a 3.6 MJ.
- **Irradiancia espectral:** Es la potencia radiante por unidad de área y de longitud de onda  $[W/(m^2 \cdot \mu m)]$
- **Irradiancia directa:** Es la radiación que llega a un determinado lugar procedente del disco solar, su unidad de medida es  $[W/m^2]$ .
- **Irradiancia difusa:** Es la radiación procedente de toda bóveda celeste excepto la procedente del disco solar y cuya unidad de medida es  $[W/m^2]$ .
- **Irradiancia reflejada:** Es la radiación reflejada por el suelo (albedo), se mide en  $[W/m^2]$ .
- **Irradiancia global:** Se puede entender que es la suma de la irradiancia directa, difusa y reflejada. Es el total de la radiación que llega a un lugar en  $[W/m^2]$ .
- **Irradiancia circumsolar:** Es la parte de la radiación difusa procedente de las proximidades del disco solar en  $[W/m^2]$ .
- **Radiación extraterrestre:** Es la radiación que llega al exterior de la atmósfera terrestre  $[W/m^2]$ . Sólo varía con la distancia entre la tierra y el Sol.

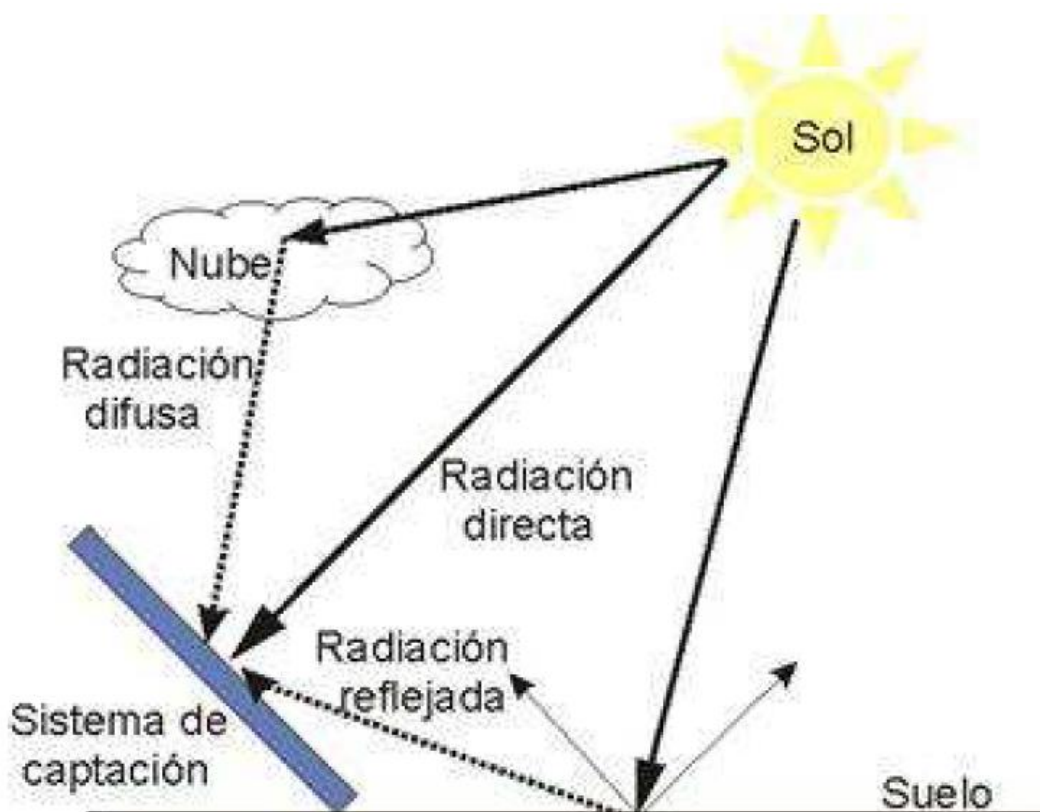


Figura 1. Formas en las que se manifiesta la energía del Sol



En el proyecto se detallarán las posibles combinaciones que se pueden hacer con la energía híbrida (solar + red eléctrica o generador externo de energía eléctrica), en función de los tipos de necesidades y desde el marco legal actual y desde el que va a ser en los próximos años. Para evaluar esto haremos diferentes comparativas tanto de tecnologías, y de cómo sacar el máximo provecho según sea la normativa. Además daremos posibles soluciones para un cambio de normativa, es decir que intentaremos hacer el sistema de autoconsumo híbrido lo más flexible posible para que se pueda adaptar a cada necesidad.

En el epígrafe 7 veremos detalladamente el Reglamento en España, observando que actualmente por la **Ley 24/2013, de 26 de diciembre**, del Sector Eléctrico y el **Real Decreto-Ley 9/2013** no es interesante implantar el sistema híbrido, pero que con la aprobación del **Proyecto de Real Decreto por el que se establece la regulación del Autoconsumo fotovoltaico o Balance Neto en España** ocurre todo lo contrario. Por eso es interesante tener los medios apropiados para que cuando salga en vigor este marco legal podamos sacar rentabilidad de la energía del Sol lo antes posible. Está claro que la energía fotovoltaica es el futuro por su desarrollo sostenible y si España no fuera capaz de facilitar el desarrollo de esta energía renovable, organismos superiores se encargarían de hacer efectiva la Directiva Marco. En definitiva en algún momento esta energía empezará a tomar el protagonismo por todas las ventajas ya mencionadas.

Los mercados fotovoltaicos han progresado significativamente hacia fuera del lado de Europa por primera vez en 2012. La disminución del precio de los módulos fotovoltaicos y los sistemas son importantes a la hora de considerar esta fuente de energía renovable.

Después de más de veinte años de desarrollo del mercado fotovoltaico se ha visto el despliegue de cerca de 100 GW de sistemas fotovoltaicos en todo el mundo. Sin embargo, la diversidad de los mercados en cuanto a la energía fotovoltaica exige una mirada en profundidad de esta en todos los mercados, con el fin de entender mejor las causas de este desarrollo.

Además de todas las medidas existentes en los estados miembros, la Unión Europea ha puesto en marcha diversas medidas legislativas encaminadas a soportar el desarrollo de fuentes de energía renovables en Europa.

La medida más conocida es la Directiva sobre energías renovables (Directiva 2009/28/CE), que implica a todos los países miembros para lograr una reducción del 20 % de las emisiones de gases de efecto invernadero para el año 2020, junto con el 20% de la eficiencia energética y 20% de fuentes de energía renovables. Dado que esta Directiva a partir de 2009 dejó a todos los Estados miembros que decidieran sobre la forma de alcanzar los objetivos de 2020, los objetivos de la energía fotovoltaica fueron instalados de varias formas. Actualmente, la Comisión Europea trabaja en posibles objetivos de 2030 con el fin de seguir promoviendo el desarrollo de las energías renovables a partir de 2020.

En España en 2007/2008 empieza a tener protagonismo la energía fotovoltaica y el Gobierno, (por aquél entonces PSOE de José Luis Rodríguez Zapatero) da facilidades a este tipo de energías para que sea más sencilla su implantación. Sin embargo a partir de 2012 el Gobierno (del PP presidido por Mariano Rajoy Brey) deja de dar ayudas a las energías renovables. Esto se debe a que en el Sector Eléctrico en España existe un déficit llamado déficit tarifario, en el que

el Gobierno toma la estrategia de subir la parte fija de la factura (que es la potencia contratada) y de quitar las ayudas a las energías renovables. Esta gran medida hace replantearse la investigación de las energías renovables como en España, sin embargo, a pesar de estos impedimentos se puede conseguir un beneficio económico, que por supuesto se ve rebajado por la decisión estratégica del Gobierno. El fuerte control de las empresas eléctricas españolas sobre el Gobierno es factor fundamental en este tipo de decisiones estratégicas. En países como Francia las empresas importantes de energía del país son públicas.

Alemania a diferencia de España sí que apuesta por la energía fotovoltaica. Alemania ha instalado al menos 32 GW de sistemas fotovoltaicos (un 32% del total mundial), que es el récord mundial. Esto se ha logrado gracias a una combinación de dos elementos, La estabilidad a largo plazo de los regímenes de ayuda, y la confianza de los inversores.

El mercado fotovoltaico alemán es uno de los más competitivos con los precios de los sistemas, además hay primas en autoconsumo fotovoltaico, por lo que habría más beneficios que en España al instalar los sistemas híbridos fotovoltaicos. Esto ha conducido a la enorme capacidad instalada en Alemania.

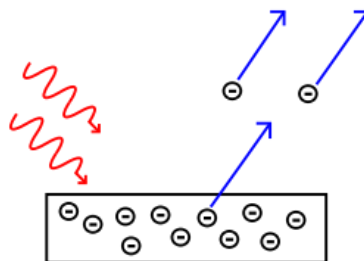
### 3. Introducción a los sistemas fotovoltaicos

La energía fotovoltaica es la transformación directa de la radiación solar en electricidad. Esta transformación se produce en unos dispositivos denominados paneles fotovoltaicos. En los paneles fotovoltaicos, la radiación solar excita los electrones de un dispositivo semiconductor generando una pequeña diferencia de potencial. La conexión en serie de estos dispositivos permite obtener diferencias de potencial mayores.

Aunque el efecto fotovoltaico era conocido desde el siglo XIX, fue en la década de los 50, en plena carrera espacial, cuando los paneles fotovoltaicos comenzaron a experimentar un importante desarrollo. Inicialmente utilizados para suministrar electricidad a satélites geoestacionarios de comunicaciones, hoy en día constituyen una tecnología de generación eléctrica renovable.

Una de las principales virtudes de la tecnología fotovoltaica es su aspecto modular, pudiéndose construir desde enormes plantas fotovoltaicas en suelo hasta pequeños paneles para tejados.

El efecto fotovoltaico se basa en la capacidad de los electrones de un material para excitarse y promocionar a un nivel energético superior. La emisión de los electrones de una placa metálica requiere de la energía que es absorbida de un fotón.



**Figura 2. Electrones excitados en una placa**





Hasta época muy reciente el desarrollo de esta tecnología estaba basado, casi exclusivamente, en la obtención de materiales que permitieran una mejor eficiencia en la conversión de la energía solar en energía eléctrica. Actualmente los últimos desarrollos pasan por las células multiunión que enfoca la radiación solar hacia una zona específica, de forma que la cantidad de material semiconductor sea menor.

Se trata de una tecnología que depende mucho de la investigación, principalmente en los materiales utilizados, por lo que en el futuro se prevé un aumento del rendimiento de las placas y, por lo tanto, una reducción de los costes. Según diversos estudios la generación autóctona de energía eléctrica mediante fotovoltaica será más económica que su adquisición en la red eléctrica.

En cada vez un mayor número de países (Brasil, Italia, México...) se está imponiendo una legislación que permite el autoconsumo, generando notables ahorros económicos para propietarios e inversores de plantas solares fotovoltaicas.

### **4. Consumo de una vivienda convencional**

Antes de realizar cualquier cálculo exhaustivo es importante realizar un análisis cualitativo para demostrar que la energía renovable que más nos interesa es la energía solar.

La energía hidráulica se descarta ya que la necesidad de tener en el sistema tuberías, turbinas alternadores y un embalse hace que la cantidad de terreno sea bastante grande, usándose este tipo de energía para centrales hidroeléctricas. Otro gran problema sería que una rotura de un embalse puede suponer grandes catástrofes.

En cuanto a la energía eólica podemos decir que son también muy aparatosas a la vez que existen grandes dificultades para el almacenamiento y transporte de este tipo de energía.

La energía geotérmica deteriora mucho el paisaje, y el consumir este tipo de energía puede generar una tendencia de subida de precios al consumir cada vez más la energía interna de la Tierra.

La energía obtenida de la biomasa no es apropiada, ya que puede encarecer muchos alimentos como al maíz. Ya que este tipo de energía necesita materia orgánica de origen vegetal o animal para poder generar la energía.

Por tanto usaremos la energía solar, colocando los paneles en la cubierta del edificio. De esta forma no necesitaremos de superficie adicional, y no tendremos las desfavorables desventajas de las otras energías renovables.

El 20% de la energía que se consume en España se gasta en nuestros hogares. Repartido en 17 millones de viviendas habitadas.



Gracias a un estudio de IDAE (instituto público que depende del Ministerio de Industria), realizado en 2012, con 9.000 entrevistas y 600 mediciones reales podemos desglosar el consumo energético de forma general, sin mucho detalle, en un hogar convencional.

Según el susodicho estudio una casa española gasta unos 990 euros al año en energía. El principal gasto es la calefacción, que suele representar la mitad de todo el consumo. Así gastamos la energía en nuestros hogares:

- 1. Calefacción: media anual de 5.172 kWh.
- 2. Electrodomésticos: 1.924 kWh.
- 3. Agua caliente: 1.877 kWh.
- 4. Cocina: 737 kWh.
- 5. Iluminación: 410 kWh.
- 6. Aire acondicionado: 170 kWh.

Los aparatos que más consumen en nuestras casas serían:

- 1. Frigorífico: 662 kWh al año.
- 2. Congelador: 563 kWh.
- 3. Televisión: 263 kWh.
- 4. Lavadora: 255 kWh.
- 5. Secadora: 255 kWh.
- 6. Lavavajillas: 246 kWh.

### Consumo por horas

- **Lavadoras:** hora punta entre las 10 y las 13 horas y entre las 19 y las 21 horas. En festivos y en verano el consumo se concentra por las mañanas.
- **Lavavajillas:** hora punta en comidas y cenas, especialmente en las noches de días laborables.
- **Frigoríficos:** tienen un consumo muy lineal, pero el abrir sus puertas produce tres pequeños picos en las horas del desayuno, la comida y la cena.

Estos últimos datos son del IDEA, así que ahora vamos a poner un estudio detallado de un caso particular en el consumo de energía eléctrica en una vivienda de una familia acomodada.



CÁLCULO DEL CONSUMO MENSUAL					
Equipamiento	Unidades	Potencia (W)	Horas/día (entre semana)	Horas/día (fin de semana)	Consumo Mensual (kWh)
Televisión	3	200	2	4	46,8
Consola Videojuegos	1	250	1	3	12
Lavadora	1	2000	0,5	1	39
Frigorífico	1	300	24	24	216
Lavavajillas	1	2000	0	1,5	27
Ordenador	2	250	2	4	39
Bombillas	10	60	6	6	108
Bombillas Bajo Consumo	10	9	6	6	16,2
Aire Acondicionado	1	1500	1	6	112,5
Acumulador de Calor	1	1500	4	4	180
Horno	1	1300	0	0,5	5,85
Vitrocerámica (1 elemento)	1	2500	0,5	1	48,75
Cocina Eléctrica (1 fuego)	1	1500	0,5	1	29,25
	CONSUMO MENSUAL TOTAL:				880,35 kWh
CÁLCULO DE LA POTENCIA					
Factor de Simultaneidad:			0,5		
POTENCIA A CONTRATAR			6,6845	Kw	
CÁLCULO DE LA FACTURA					
Precio de la Potencia:			0,09767	€ / kW y día	
Precio de la Energía:			0,126476	€ / kWh	
Coste Potencia					19,59 €
Coste Energía					111,34 €
Impuesto Eléctrico					6,87 €
Alquiler Equipos de Medida					0,84 €
Subtotal					138,64 €
IVA (21%)					29,11 €
	TOTAL FACTURA:				167,76 €



En este ejemplo hemos detallado al completo la factura mensual de un caso particular, incluyendo unos valores estimados de unidades del aparato que demanda energía, de la potencia que tiene, así como de su consumo estimado tanto en días laborables como en fines de semana.

En cuanto a los conceptos que debemos destacar para entender un poco mejor los cálculos hechos en la factura:

Potencia: la cantidad de energía que absorbe un electrodoméstico en un determinado tiempo. En función del factor de simultaneidad (explicado más adelante) y de la potencia de cada aparato podemos calcular fácilmente la Potencia a Contratar (explicado más adelante). Su unidad es el Kw.

Consumo: La cantidad de energía que demanda cada elemento pasivo demandante de energía. Su unidad es el kwh.

Factor de Simultaneidad: El factor de simultaneidad indica el tanto por uno de electrodomésticos que pueden estar encendidos en un momento dado, y su valor está entre 0 (no se utiliza ningún electrodoméstico nunca) y 1 (se utilizan todos a la vez). Los valores recomendados para los cálculos son entre 0,3 y 0,5. Es adimensional.

Potencia a Contratar: Aquella potencia que contratamos para el correcto funcionamiento de todos los electrodomésticos sin que haya una caída en el sistema eléctrico. Se calcula sumando las potencias demandadas para cada electrodoméstico multiplicado por el factor de simultaneidad. Dado que el factor de simultaneidad no es 1, si conectamos todos los electrodomésticos a la vez tendremos una caída de tensión puesto que la potencia total de todos los aparatos sería de 13,369 kw y por tanto supera la potencia contratada de 6.6845kw del ejemplo que hemos puesto. Su unidad es el kw.

El Precio de la Potencia (€/kw), Precio de la Energía (€/kwh), Impuesto Eléctrico Alquiler Equipos de Medida (€) y el IVA (del 21%) son las tasas administrativas que han puesto los órganos que gobiernan el sector de la energía en España.

Coste Potencia y Coste Energía son los Euros que cuesta contratar la potencia y lo que nos cuesta la energía que demandamos respectivamente. El primero se calcula con la Potencia Contratada multiplicado por el Precio de la Potencia, y el segundo multiplicando Precio de la Energía por la energía consumida de todos los electrodomésticos. Su unidad por tanto es de €.

El Coste de Potencia es independiente del consumo, tan solo depende de la cantidad de Potencia Contratada. Sin embargo, el Coste de Energía sí que depende proporcionalmente al consumo de energía de nuestros aparatos. Como conclusión de esto podemos decir que es recomendable contratar una potencia que se ajuste a la Potencia de todos los aparatos electrónicos, sin pasarnos mucho, ya que estaríamos pagando potencia que luego no aprovechamos. Tampoco nos interesa caídas de tensión, por lo que la Potencia Contratada



nuca debe de ser inferior a la que tenemos en un momento dado por la conexión de nuestros electrodomésticos.

Es importante saber la situación que hay en España en cuanto al clima e irradiancia para poder vislumbrar la rentabilidad que hay en cada zona geográfica para poder poner paneles solares fotovoltaicos.



Figura 3. Climas en España

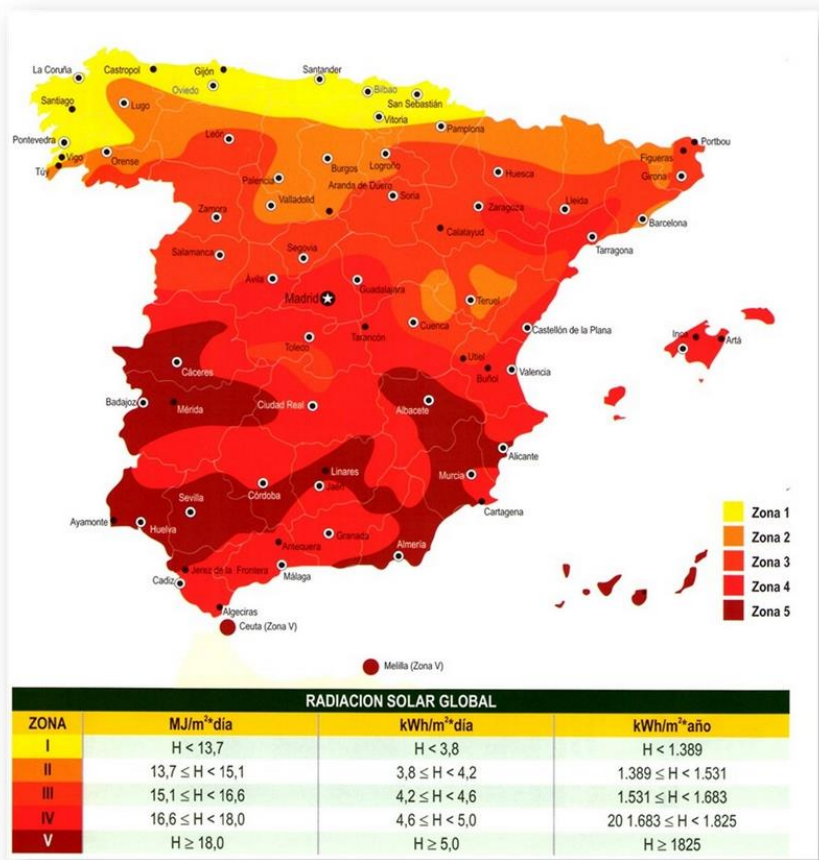


Figura 4. Irradiancia en España

Climas de España	Temperatura media anual (°C )	Amplitud Térmica (°C )
Clima oceánico	13 - 14	8 - 10
Clima de montaña	10 - 25	10 - 15
Clima mediterráneo-continental	17 - 18	15 - 20
Clima mediterráneo	17 - 19	10 - 15
Clima subtropical	19 - 21	5 - 7

## 5. Diferentes Topologías de los sistemas de autoconsumo fotovoltaico

Actualmente en función de los elementos del sistema que conforman la obtención de la energía del sol podemos distinguir:

### 5.1 Sistemas autónomos o aislados

Estos sistemas tienen como misión garantizar un abastecimiento de electricidad autónomo (independiente de la red eléctrica pública) de consumidores o viviendas aisladas. Estas instalaciones no tienen ninguna limitación técnica en cuanto a la potencia eléctrica que puede producir; solamente motivos de economía y rentabilidad establecen una acotación al número de módulos y acumuladores a instalar.

Estos sistemas suelen requerir almacenamiento eléctrico, salvo algunas que almacenan de otra forma, por ejemplo, llenando balsas con agua bombeada por sistema híbrido fotovoltaico-eólico.

La particularidad de en este tipo de obtención de energía es que es totalmente independiente de la Red Eléctrica, siendo de útil aplicación en casas rurales o en Granjas. Por lo tanto necesitaremos adicionalmente de baterías que tengan como misión darnos energía mientras la radiación del sol sea insuficiente para abastecernos de energía



Un ejemplo de este tipo de topología, como se observa en la Figura 5, sería la Explotación porcina de Granjes Pereto, en Isona (Lérida), cuya energía está suministrada por un Sistema Híbrido Fotovoltaico aislado.

**Figura 5. Explotación porcina de Granjes Pertero**

El Esquema del funcionamiento sería el mostrado en la Figura 6:

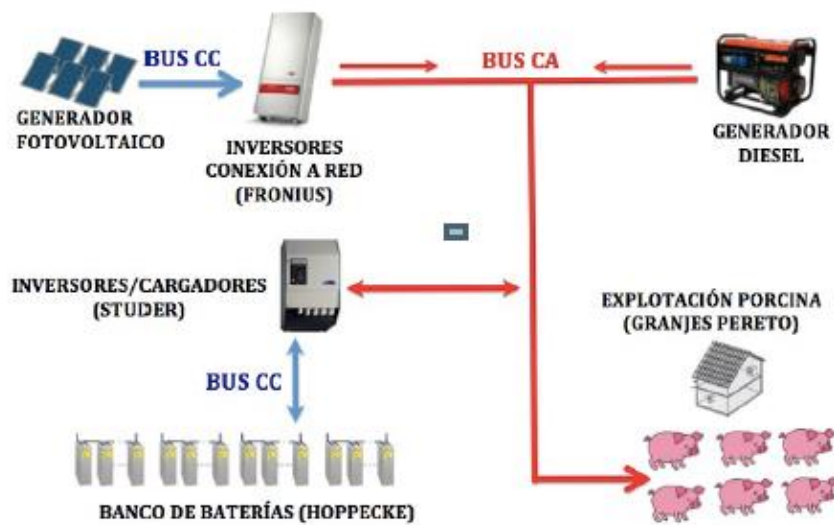


Figura 6. Esquema del sistema aislado

Analizando la Figura 5:

El sistema se compone de dos fuentes de energía (fotovoltaica y diesel) y un sistema de almacenamiento (baterías). Desde el punto de vista funcional, en realidad, hay una fuente de tensión (las baterías) y tres fuentes de corriente (generador fotovoltaico, inversores de conexión a red y generador diesel).

La energía a consumir es la alterna, pero como las baterías y el generador fotovoltaico trabajan con energía continua necesitaremos inversores para realizar la conversión de energía continua a la alterna.

## 5.2 Sistemas de conexión a red:

### 5.2.1 Sistemas de autoconsumo instantáneo:

El funcionamiento consiste en aprovechar la energía generada por los paneles fotovoltaicos en cada momento para reducir el consumo de electricidad. Sus características son las siguientes:

1. Hay que consumir todo lo que producen los paneles solares en cada instante para que no sobre electricidad.
2. No requiere conexión para vender a la red eléctrica.
3. No requiere baterías de acumulación.
4. Complemento ideal: **Gestor Inteligente** que permite activar automáticamente electrodomésticos en las horas de mayor producción solar.

La gran ventaja de estos es que es una topología bastante sencilla, en la que no tiene ni baterías, ni se conecta a la red. Tan solo requiere de los paneles solares, el inversor y el Gestor inteligente. Esta sencillez de implantación hace que a la vez sea bastante económica, sin



embargo no obtenemos energía cuando nosotros queremos, sino cuando es generada por los paneles fotovoltaicos. Por tanto es de aplicación a electrodomésticos que no importe el momento de ser utilizados, por ejemplo una lavadora, ya que da igual que funcione por la noche que por la mañana. No sería útil por ejemplo para un frigorífico, que necesita que esté funcionando en todo momento.

### 5.2.2 Sistemas de conexión a red

El sistema de conexión a red permite verter los excesos de electricidad, es decir, la que no se consume, a la red eléctrica. Este permite obtener un suministro de electricidad con el mecanismo de compensación diferida o "Balance Neto" (mostrado en Figura 7), un sistema de compensación de saldos, gestionado por las compañías eléctricas, que descuenta de la electricidad obtenida de la red, los excesos de producción del sistema de autoconsumo. Esta práctica está sujeta a la legislación vigente en cada país.

Para poder entender mejor esto definimos más ampliamente el concepto de Balance neto:

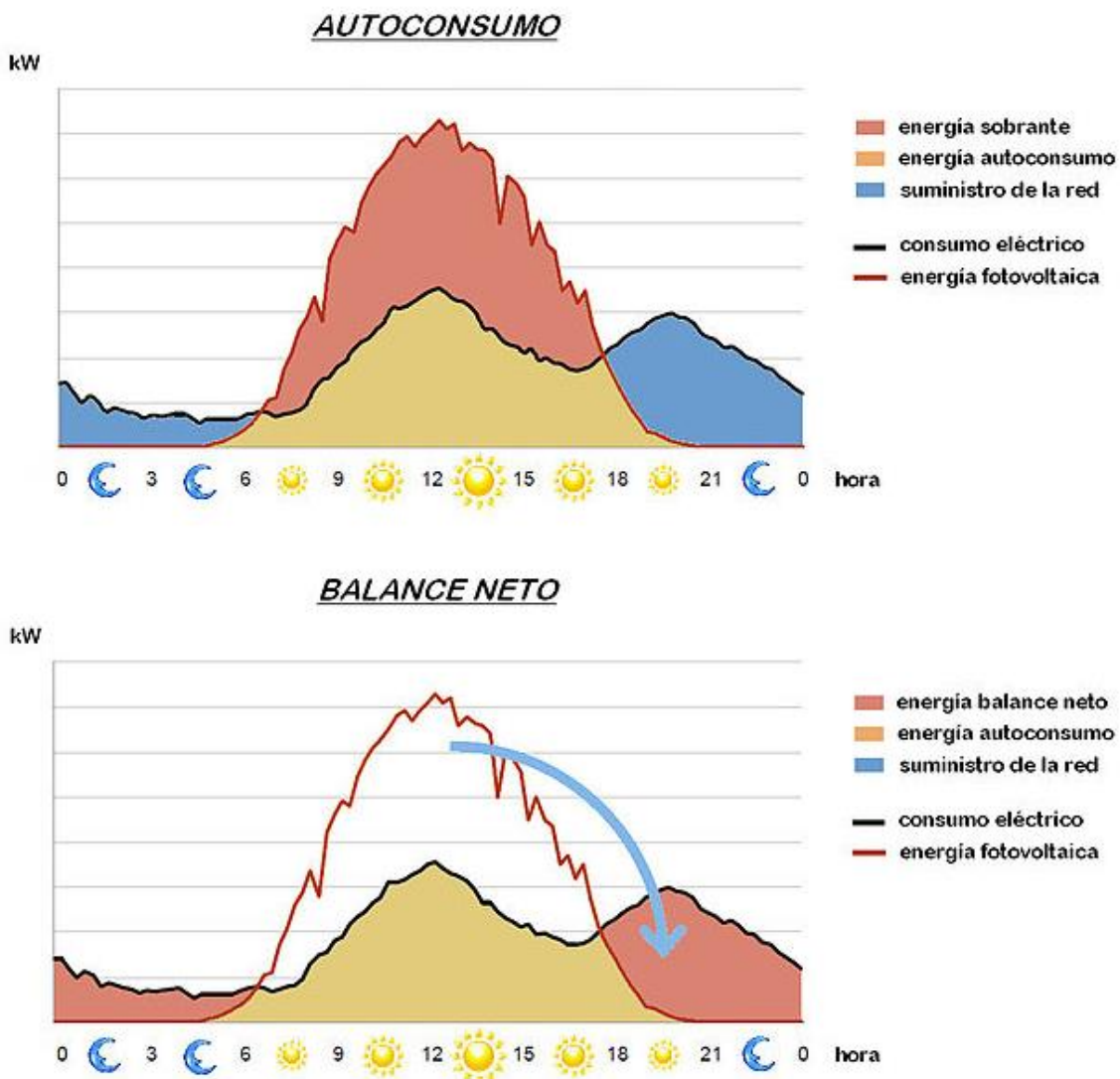


Figura 7. Gráfico del Balance Neto





Es un sistema de compensación de saldos de energía de manera instantánea o diferida, que permite a los consumidores la producción individual de energía para su propio consumo.

Es decir, permite verter a la red eléctrica el exceso producido por un sistema de autoconsumo con la finalidad de poder hacer uso de ese exceso en otro momento. De esta forma, la compañía eléctrica que proporcione la electricidad cuando la demanda sea superior a la producción del sistema de autoconsumo, descontará en el consumo de la red de la factura, los excesos vertidos a la misma.

Este sistema permite hacer uso de la electricidad producida en exceso, por ejemplo, en vacaciones, por un sistema de autoconsumo.

Parece sin duda el mejor de los 3 sistemas, sin embargo en España falta desarrollar la Ley del Balance Neto, ya que sin ella, el vertido de la energía sobrante a la red se paga también. Por tanto en muchos casos nos interesa quemar el excedente de energía o usar el sistema de consumo instantáneo. Ahora describiremos la situación de España con el Balance Neto:

En España, la medición neta ha sido propuesta por la Unión Española Fotovoltaica para promover la electricidad renovable, sin necesidad de apoyo económico adicional. El balance neto estuvo también en fase de proyecto por el IDAE (instituto público que depende del Ministerio de Industria).

Sin embargo, a diferencia de la mayoría de países occidentales desarrollados, en España, el balance neto está pendiente de regulación. Un primer paso fue la aprobación, a finales de 2011 del Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia, en el que se estableció la regulación de las condiciones administrativas, técnicas y económicas de la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia. Este decreto es aplicable a consumidores de energía eléctrica de potencia contratada no superior a 100 kW por punto de suministro o instalación que utilicen cualquier tecnología renovable para la generación eléctrica.

De conformidad con la Disposición Adicional Segunda del Real Decreto, éste no fija las condiciones administrativas, técnicas y económicas del consumo de la energía eléctrica producida en el interior de la red de un consumidor para su propio consumo.

El desarrollo de las condiciones administrativas debía resolverse en 4 meses desde la fecha de su publicación, es decir, a principios de 2012. Esta demora va en contra de la propia legislación, la cual es vulnerada por el propio gobierno.

Se esperaba que, durante el segundo semestre de 2012, se aprobara la norma que indique las condiciones técnicas necesarias para dichas conexiones y la regulación de un modelo de balance neto adecuado a las características del sistema eléctrico nacional. Sin embargo en la actualidad, a principios de 2013, el balance neto sigue pendiente de aprobación. Existe un borrador publicado por la CNE (Comisión Nacional de Energía), por lo que los sistemas de

autoconsumo han de ser totales, es decir se ha de consumir toda la energía producida, sin que se pueda verter energía a la red (autoconsumo instantáneo).

Del Gobierno emana un Proyecto de Real Decreto por el que se establece la regulación del Autoconsumo fotovoltaico o Balance Neto en España. En el cual hablaremos más detalladamente en el apartado de Legislación fotovoltaica, pero que brevemente podemos decir que:

En el proyecto de Real Decreto se muestran las condiciones administrativas, técnicas y económicas para aplicar la modalidad de suministro de electricidad con Balance Neto.

Ya conocemos el contenido del Proyecto de Real Decreto que regulará el Balance neto de fotovoltaica y resto de energías renovables en España. A modo de resumen cabe destacar los siguientes aspectos:

Ámbito de aplicación: consumidores de energía eléctrica de potencia contratada no superior a 100 kW.

Incompatibilidad: Red interior en autoconsumo e instalación de venta a red.

Solicitud conexión: Ante el gestor de la red de distribución de la zona. Obligación de suscribir un contrato de acceso con la compañía distribuidora.

Compensación de saldos: Plazo de 12 meses.

Precio de la energía suministrada: libremente pactado entre las partes.

Peajes de acceso: Obligación del consumidor/productor de proceder al pago de los peajes de acceso que les resulten de aplicación por la energía consumida en su instalación.

Facturación: mensual en base a lecturas reales. En cada factura emitida por la empresa comercializadora se recogerá el detalle de la energía consumida, generada, y la información asociada a la compensación de los derechos de consumo diferido. Y lo que es más importante a destacar de la producción fotovoltaica: SIN IVAs, SIN IAEs (Impuestos sobre Actividades Económicas), SIN Prerregistros, SIN Cupos, SIN Límite de número de instalaciones, SIN Tarifas.

Con todo lo que hemos dicho, tenemos que intentar hacer un sistema que se adapte mejor a todo lo que hemos dicho, actualmente SunFields es una empresa que investiga todo este tipo de casos y comercializa con elementos que nos pueden interesar en nuestro sistema.



**Figura 8. Esquema de una vivienda sin la aprobación del balance neto**

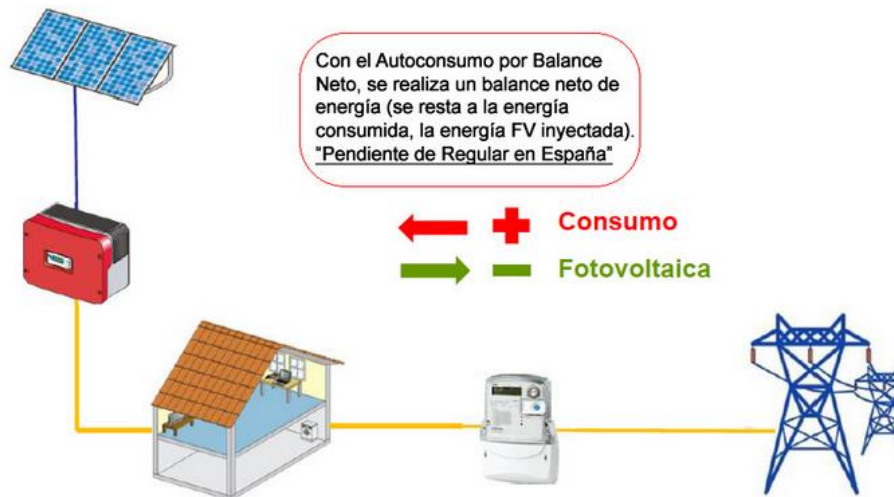


Figura 9. Esquema de una vivienda sin la aprobación del balance neto

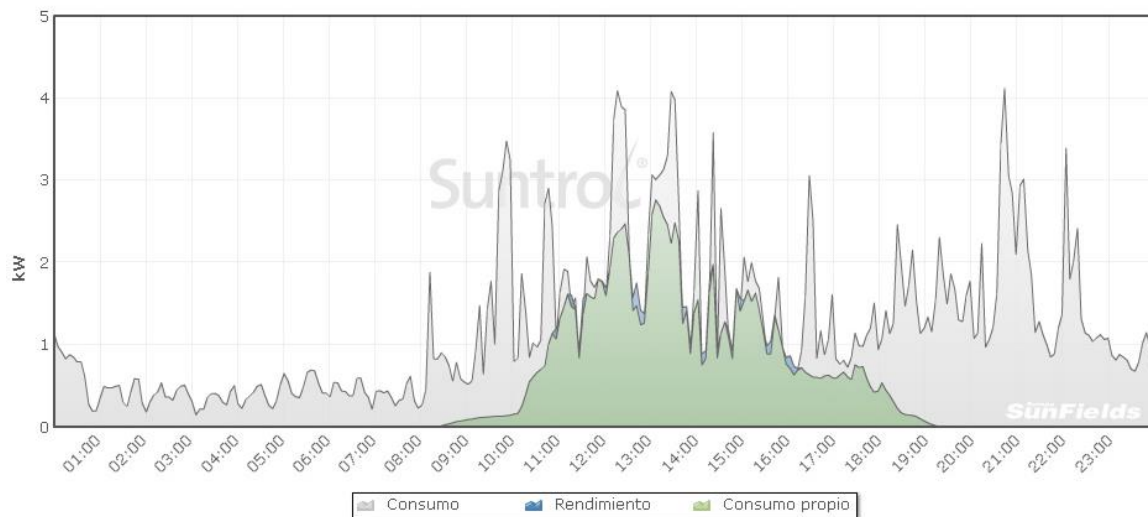
Mientras el Real Decreto que autoriza el Autoconsumo por Balance Neto no sea aprobado, SunFields dispone de un sistema que no inyecta la energía fotovoltaica a la red pero deja el sistema preparado para el balance neto sin coste adicional. De esta forma se puede disfrutar de un autoconsumo "instantáneo" sin vertido a red, pero una vez se regule el Balance Neto, no tendrá costes adicionales, pues el sistema se ajustará a la nueva regulación con un simple ajuste de software. Esto lo podemos explicar en la Figura 10:

Sistema para Autoconsumo Fotovoltaico preparado para el futuro Balance Neto:



Figura 10. Sistema de Autoconsumo preparado para Balance Neto

El SunTrol Datalogger, va conectado al medidor de consumos y también a los inversores, actuando como un “comparador”. La función del Suntrol Datalogger es comparar constantemente los consumos con la energía producida por el sistema fotovoltaico, y en caso de que la producción fotovoltaica supere al consumo en ese momento, el Suntrol Datalogger actúa sobre los inversores para reducir su eficiencia hasta donde sea necesario para que la producción del sistema fotovoltaico nunca supere el consumo. Lo vemos con más claridad en las siguientes gráficas de consumos / producción de una de nuestras últimas instalaciones de autoconsumo suministradas (Figura 11):

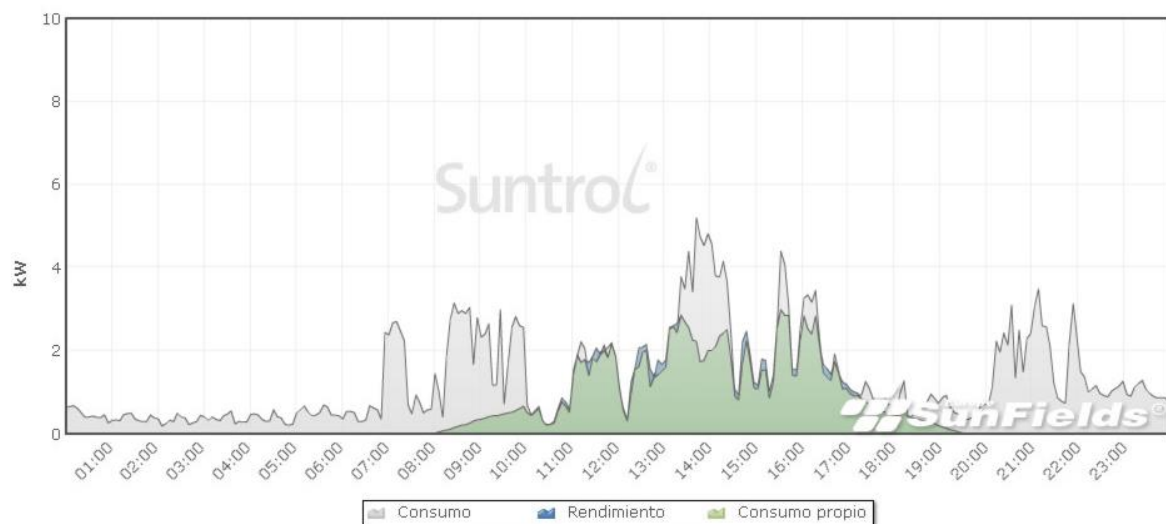


Consumo propio 10,20 kWh  
Consumo 28,92 kWh  
Rendimiento 10,47 kWh

Autarquía

**35,3%**

Figura 11. Kilovatios consumidos a lo largo del tiempo



Consumo propio 13,14 kWh  
Consumo 31,48 kWh  
Rendimiento 13,78 kWh

Autarquía

**41,7%**

Figura 12. Kilovatios consumidos a lo largo del tiempo

## Gráficos de Consumos y Producción de Kit Autoconsumo de 4kW el día 2 de Febrero y 15 de Marzo de 2013

La gráfica de color gris es el consumo de la vivienda en cada momento, la verde, representa la aportación del Kit de Autoconsumo. Se aprecia con claridad que nuestro sistema fotovoltaico está siempre “vigilando” el consumo de la vivienda y nunca lo supera, para evitar verter a red. En este caso concreto de las gráficas, en pleno invierno, el ahorro de la vivienda fue de un 35,3% y de un 41,7%. Por supuesto, una vez el Balance Neto sea aprobado, el sistema fotovoltaico (el Suntrol concretamente) dejaría de controlar el no vertido a red, con lo que se aprovecharía toda su capacidad de producción y el % de ahorro sería mayor a ese 35,3% y 41,7%.

Es decir, una vez sea aprobado el Decreto de Autoconsumo por Balance Neto, el Suntrol Datalogger dejaría de realizar la función de no dejar verter a red, con lo que el sistema sería ya válido para su funcionamiento por balance neto y el % de ahorro sería superior.

## 6. Descripción de los elementos de cada topología

### 6.1 Descripción de los elementos de los sistemas autónomos o aislados

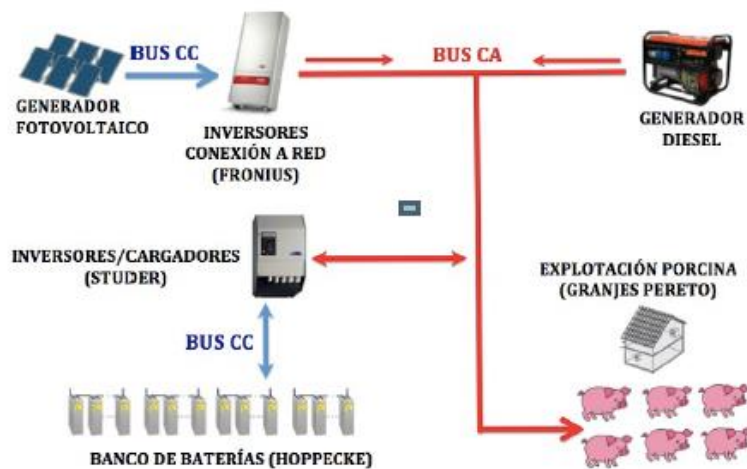


Figura 13. Sistema aislado

### Generador fotovoltaico:

Los generadores fotovoltaicos son varios paneles fotovoltaicos en serie. Estos paneles son de silicio, un material semiconductor muy abundante en la tierra. Es importante que sean de un material semiconductor para que al subir la temperatura en estos se pueda generar una corriente eléctrica.

Los paneles fotovoltaicos están compuestos por células fotovoltaicas que están encapsuladas en un material que las pueda proteger de las condiciones atmosféricas. Estas células están formadas por una unión P-N de materiales semiconductores. Al ser excitada por la luz es capaz de producir una corriente eléctrica sobre la carga que tiene conectada. Su funcionamiento se basa en el efecto fotoeléctrico, que consiste en la conversión de la energía que transportan los fotones de luz, cuando inciden sobre materiales semiconductores, en energía eléctrica capaz de impulsar los electrones despididos a través de un circuito exterior, realizando un trabajo eléctrico útil.

La unión P-N es la clave del funcionamiento del panel solar, ya que si se une un semiconductor tipo P con uno tipo N algunos electrones de la zona N pasarán a la P. En la unión la zona P quedará cargada negativamente y la N positivamente, creándose una barrera de potencial que no dejará pasar indefinidamente los electrones.

En estas condiciones si incide la luz y los fotones comunican energía a los electrones del semiconductor, algunos de los electrones pueden atravesar la barrera de potencial, siendo expulsados del semiconductor a través de un circuito exterior: se produce una corriente eléctrica. Los electrones vuelven al semiconductor después de recorrer el circuito externo por la cara opuesta.

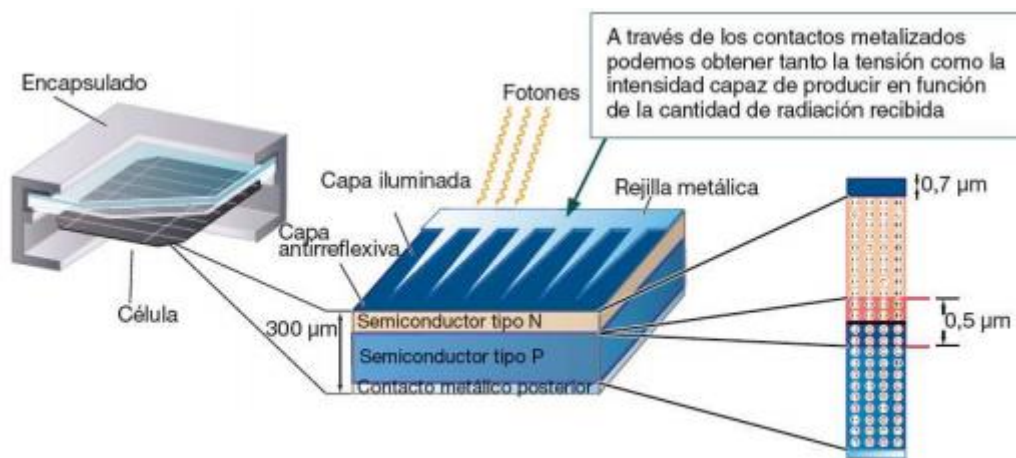


Figura 14. Generador fotovoltaico analizado por capas

La fabricación de células solares tiene que estar en un ambiente muy limpio. Esto hace que los costes de producción sean altos.



Una célula fotovoltaica se construye, por tanto, con dos tipos de silicio, uno de ellos es el tipo N y el otro es el tipo P, cuando son golpeados por la energía solar, producen una diferencia de potencial entre ellos y, si está conectado a un circuito eléctrico, circulará una corriente.

La tecnología ya la hemos definido, ahora hay que tener en cuenta que al fabricarlo podemos encontrar tres tecnologías diferentes:

**Células monocristalinas:** se cortan de un solo cristal de silicio que es efectivamente una rebanada de un cristal. En apariencia tendrá una textura suave y el azul es homogéneo. Se obtiene de silicio puro fundido y dopado con boro.

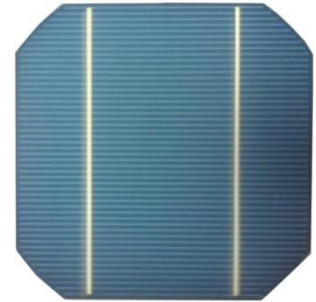


Figura 15 Célula monocristalina

Estos son los más eficientes, llegando a obtener un rendimiento del 20% aproximadamente, y los más caros de producir. También son rígidos y deben ser montados en una estructura rígida para su protección.

**Policristalino:** las células son efectivamente una reducción de corte de un bloque de silicio, compuesto de un gran número de cristales. Tendrá diferentes tonos azules, a diferencia del monocristalino. Poco menos eficiente y un poco menos costosa que las anteriores, obteniendo rendimientos del 13% y otra vez deben ser montados en un marco rígido. En la fabricación se disminuye el número de fases de cristalización.

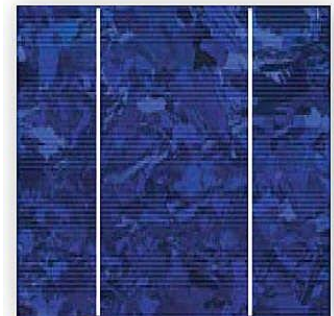


Figura 16. Célula Policristalina

**Células amorfas:** manufacturadas mediante la colocación de una fina capa de amorfo (no cristalino) de silicio sobre una amplia variedad de superficies. Estos son los menos eficiente y menos costoso de producir de los tres tipos. Debido a la naturaleza amorfa de la capa fina, es flexible, y si se fabrica sobre una superficie flexible, el panel solar entero puede ser flexible. Una característica de las celdas solares amorfa es que su potencia se reduce con el tiempo, especialmente durante los primeros meses, después de los cuales son básicamente estables. La salida de la cita de un grupo amorfo que se produce después de esta estabilización. El rendimiento de estás no llega al 10%.



Figura 17. Célula amorfa

En función del rendimiento y del coste elegiremos uno de los 3 tipos.

En la práctica hay que tener en cuenta una serie condiciones importantes:

- Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos de capa delgada, o UNE-EN 62108 para módulos de concentración, así como la especificación UNE-EN 61730-1 y 2 sobre seguridad en módulos FV, Este requisito se justificará



mediante la presentación del certificado oficial correspondiente emitido por algún laboratorio acreditado.

- El módulo llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo, nombre o logotipo del fabricante, y el número de serie, trazable a la fecha de fabricación, que permita su identificación individual.
- Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.
- Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales, referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del  $\pm 5\%$  de los correspondientes valores nominales de catálogo.
- Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación, como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos así como falta de alineación en las células.
- Cuando las tensiones nominales en continua sean superiores a 48 V, la estructura del generador y los marcos metálicos de los módulos estarán conectados a una toma de tierra, que será la misma que la del resto de la instalación.
- Se instalarán los elementos necesarios para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del generador.

En cuanto a la estructura del soporte de estos paneles hay que tener en cuenta las siguientes condiciones:

- La estructura de soporte y el sistema de fijación de módulos permitirán las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las normas del fabricante.
- La estructura soporte de los módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación (CTE).
- El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.
- La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la misma.
- La tornillería empleada deberá ser de acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando los de sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.
- Los topes de sujeción de módulos, y la propia estructura, no arrojarán sombra sobre los módulos.
- En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, el diseño de la estructura y la estanquidad entre módulos se ajustarán a las exigencias del Código Técnico de la Edificación y a las técnicas usuales en la construcción de cubiertas.
- Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirá la Norma MV-102 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.





- Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las Normas UNE 37-501 y UNE 37- 508, con un espesor mínimo de 80 micras, para eliminar las necesidades de mantenimiento y prolongar su vida útil.

### Banco de baterías:

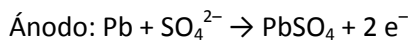
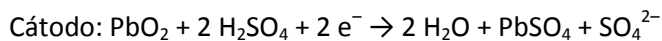
El banco de baterías, también llamado acumulador, es una asociación de baterías. Estos dispositivos son capaces de acumular energía eléctrica en forma de energía química. Esta energía, contenida en los electrodos, la puede transformar directa y espontáneamente en energía eléctrica mediante reacciones electroquímicas de oxidación-reducción.

Actualmente en el mercado podemos encontrar una gran cantidad de baterías:

**Baterías de plomo-ácido:** este tipo de baterías están conformadas por dos electrodos de plomo.

En el proceso de carga, el sulfato de plomo se convierte en plomo metal en el cátodo o polo negativo. Por otra parte, en el polo positivo o ánodo se produce la formación de óxido de plomo.

En el proceso de descarga, los procesos mencionados anteriormente se llevan a cabo de forma invertida. De esta manera el óxido de plomo se reduce a sulfato de plomo, y en el ánodo el plomo comienza a oxidarse, convirtiéndose en sulfato de plomo:



Sin embargo este tipo de transformación no puede ser repetido de manera indefinida. Luego de un tiempo, el sulfato de plomo forma cristales, y no es posible realizar el proceso de manera reversible. Es en ese momento cuando la batería se ha sulfatado y ya no es posible volver a emplearla.

Cada celda de la batería proporciona una tensión de unos 2V.

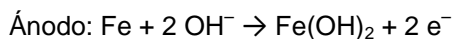
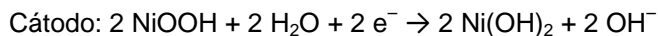
Ventajas	Inconvenientes
Asequible y fácil de fabricar. La tecnología es fiable, duradera y conocida. La auto-descarga es de las más bajas de los sistemas de baterías recargables. Altas tasas de descarga.	Baja densidad de energía. No puede ser almacenado en un estado de baja carga. Número limitado de ciclos de descarga completa. Es contaminante para el medio ambiente. Se carga lentamente, entre 8 y 16 horas.



Figura 18. Batería de plomo-ácido

**Baterías de níquel-hierro (Ni-Fe):** Se conforman por filas de tubos compuestos por acero niquelado, los cuales contienen hidróxido de níquel. El polo positivo contenía acero niquelado con polvo de óxido ferroso.

Las baterías de níquel son de fabricación simple, bajo costo y pueden sobrecargarse o descargarse reiteradas veces sin por ello perder su capacidad. La reacción de descarga sería:



Cada celda de la batería proporciona una tensión de 1,2V.

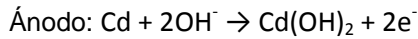
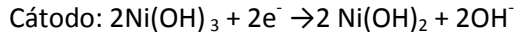
Ventajas	Inconvenientes
Bajo costo fácil fabricación. No es contaminante. Admite sobrecargas. Muy larga vida útil. Compuesta de elementos abundantes en la corteza de la tierra (hierro, níquel, potasio) Funciona en un mayor rango de temperaturas, entre $-40^\circ\text{C}$ y $46^\circ\text{C}$	Solo posee una eficiencia del 65 %.



Figura 19. Baterías de níquel-hierro

**Baterías de níquel-cadmio (Ni-Cd):** ésta clase de batería funciona a partir de un ánodo de cadmio y un cátodo compuesto por hidróxido de níquel. Por su parte, el electrolito se conforma de hidróxido de potasio. Pueden ser recargadas una vez gastadas, aunque disponen de poca capacidad.

La reacción cuando se descarga sería la siguiente:



Cada celda de la batería proporciona una tensión de 1,25V.

Ventajas	Inconvenientes
Admiten un gran rango de temperaturas de funcionamiento. Admiten sobrecargas, se pueden seguir cargando cuando ya no admiten más carga, aunque no la almacena.	Efecto memoria muy alto, es decir que reduce la capacidad de las baterías con cargas incompletas. Densidad de energía baja.

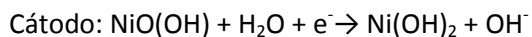


Figura 20. Batería de níquel-cadmio

**Baterías de níquel-hidruro metálico (Ni-MH):** emplean un ánodo de hidróxido de níquel y un cátodo compuesto por una aleación de hidruro metálico.

Son reacias al contacto con las bajas temperaturas, disminuyendo en gran parte su eficacia.

La reacción cuando se descarga sería la siguiente:



Cada celda de la batería proporciona una tensión de 1,25V.

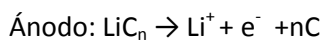
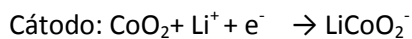
Ventajas	Inconvenientes
Este tipo de baterías se encuentran menos afectadas por el llamado efecto memoria.	No admiten bien el frío extremo, reduciendo drásticamente la potencia eficaz que puede entregar.



Figura 21. Batería de níquel-hidruro metálico

**Baterías de iones de litio (li-ion):** dispone de un ánodo de grafito, mientras que el cátodo funciona a partir de óxido de cobalto, óxido de manganeso o trifilina. No permiten la descarga y son capaces de alcanzar potencias elevadas. Sin embargo se ven afectadas por los cambios de temperatura.

La reacción cuando se descarga sería la siguiente:



Cada celda de la batería proporciona una tensión de 3,16V.

Ventajas	Inconvenientes
<p>Una elevada densidad de energía: Acumulan mucha mayor carga por unidad de peso y volumen.</p> <p>Mínimo efecto memoria.</p> <p>Descarga lineal, eso hace muy fácil conocer el estado de carga de la batería con buena precisión.</p> <p>Larga vida en las baterías.</p>	<p>Vida útil de unos 3 años.</p> <p>Pueden sobrecalentarse hasta el punto de explotar.</p> <p>Peor capacidad de trabajo en frío.</p> <p>Voltaje muy variable.</p>



Figura 22. Batería de iones de litio

**Baterías de polímero de litio (LiPo):** cuentan con características análogas a las baterías de iones de litio, aunque su densidad es mayor. Son de tamaño reducido por lo que suelen utilizarse en pequeños equipos.

Cada celda de la batería proporciona una tensión de 3,7V.

Ventajas	Inconvenientes
Mayor densidad de carga, por tanto tamaño reducido. Buena tasa de descarga, bastante superior a las de iones de litio.	Quedan casi inutilizadas si se descargan por debajo del mínimo de 3 voltios.



**Figura 23. Batería de polímero de litio**

A continuación mostraremos una tabla comparativa de las diferentes baterías que existen en el mercado.

Tipo	Energía/ peso	Tensión por elemento (V)	Duración (número de recargas)	Tiempo de carga	Auto- descarga por mes (% del total)
Plomo	30-40 Wh/kg	2 V	1000	8-16h	5 %
Ni-Fe	30-55 Wh/kg	1,2 V	+ de 10 000	4-8h	10 %
Ni-Cd	48-80 Wh/kg	1,25 V	500	10-14h *	30 %



Tipo	Energía/ peso	Tensión por elemento (V)	Duración (número de recargas)	Tiempo de carga	Auto- descarga por mes (% del total)
Ni-MH	60-120 Wh/kg	1,25 V	1000	2h-4h *	20 %
Li-ion	110-160 Wh/kg	3,16 V	4000	2h-4h	25 %
Li-Po	100-130 Wh/kg	3,7 V	5000	1h-1,5h	10 %

La elección de las baterías en nuestro caso práctico serían las de Plomo o Ni-Fe. Las de Ni-Cd no nos interesan puesto que la auto-descarga es muy elevada, además debido al efecto memoria alto la capacidad de la batería se va reduciendo poco a poco. Tampoco es conveniente elegir las de Ni-MH por la gran autodescarga. Las baterías de Litio tienen la desventaja de que se ven afectadas por los cambios de temperatura, y su gran ventaja del tamaño no nos afecta demasiado en nuestra aplicación.

Si tenemos que decantarnos por Plomo o Ni-Fe elegimos la primera, puesto que la tensión por elemento dobla a la segunda. Además la auto-descarga de las de plomo es simplemente del 5%, mientras que las de Ni-Fe son del 10%. En caso de que los organismos del gobierno especializados en medio ambiente prohíban usarlas o el impuesto por contaminar sea caro nos convendría más elegir la batería de Ni-Fe.

En la práctica hay que considerar ciertas condiciones:

- No se permitirá el uso de baterías de arranque.
- Para asegurar una adecuada recarga de las baterías, la capacidad nominal del acumulador (en Ah) no excederá en 25 veces la corriente (en A) de cortocircuito en CEM (Condiciones Estándar de Medida: Irradiancia (GSTC) de 1000 W/m<sup>2</sup>, Incidencia normal, Temperatura de célula de 25 °C) del generador fotovoltaico.
- Se protegerá, especialmente frente a sobrecargas, a las baterías con electrolito gelificado, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.
- La capacidad inicial del acumulador será superior al 90 % de la capacidad nominal. En cualquier caso, deberán seguirse las recomendaciones del fabricante para aquellas baterías que requieran una carga inicial.
- La auto-descarga del acumulador a 20°C no excederá el 6% de su capacidad nominal por mes.



- La vida del acumulador, definida como la correspondiente hasta que su capacidad residual caiga por debajo del 80 % de su capacidad nominal, debe ser superior a 1000 ciclos, cuando se descarga el acumulador hasta una profundidad del 50 % a 20 °C.
- El acumulador será instalado siguiendo las recomendaciones del fabricante. En cualquier caso, deberá asegurarse lo siguiente:
  - El acumulador se situará en un lugar ventilado y con acceso restringido.
  - Se adoptarán las medidas de protección necesarias para evitar el cortocircuito accidental de los terminales del acumulador, por ejemplo, mediante cubiertas aislantes.
- Cada batería, o vaso, deberá estar etiquetado, al menos, con la siguiente información:
  - Tensión nominal (V).
  - Polaridad de los terminales.
  - Capacidad nominal (Ah).
  - Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie.

Ahora mencionaremos las medidas de los reguladores de cargas:

- Las baterías se protegerán contra sobrecargas y sobredescargas. En general, estas protecciones serán realizadas por el regulador de carga, aunque dichas funciones podrán incorporarse en otros equipos siempre que se asegure una protección equivalente.
- Los reguladores de carga que utilicen la tensión del acumulador como referencia para la regulación deberán cumplir los siguientes requisitos:
  - La tensión de desconexión de la carga de consumo del regulador deberá elegirse para que la interrupción del suministro de electricidad a las cargas se produzca cuando el acumulador haya alcanzado la profundidad máxima de descarga permitida. La precisión en las tensiones de corte efectivas respecto a los valores fijados en el regulador será del 1 %.
  - La tensión final de carga debe asegurar la correcta carga de la batería.
  - La tensión final de carga debe corregirse por temperatura a razón de  $-4 \text{ mV/}^{\circ}\text{C}$  a  $-5 \text{ mV/}^{\circ}\text{C}$  por vaso, y estar en el intervalo de  $\pm 1 \%$  del valor especificado.
  - Se permitirán sobrecargas controladas del acumulador para evitar la estratificación del electrolito o para realizar cargas de igualación.
- Se permitirá el uso de otros reguladores que utilicen diferentes estrategias de regulación atendiendo a otros parámetros, como por ejemplo, el estado de carga del acumulador. En cualquier caso, deberá asegurarse una protección equivalente del acumulador contra sobrecargas y sobredescargas.



- Los reguladores de carga estarán protegidos frente a cortocircuitos en la línea de consumo.
- El regulador de carga se seleccionará para que sea capaz de resistir sin daño una sobrecarga simultánea.
- El regulador de carga debería estar protegido contra la posibilidad de desconexión accidental del acumulador, con el generador operando en las CEM y con cualquier carga. En estas condiciones, el regulador debería asegurar, además de su propia protección, la de las cargas conectadas.
- Las pérdidas de energía diarias causadas por el autoconsumo del regulador en condiciones normales de operación deben ser inferiores al 3 % del consumo diario de energía.
- Las tensiones de reconexión de sobrecarga y sobredescarga serán distintas de las de desconexión, o bien estarán temporizadas, para evitar oscilaciones desconexión-reconexión.
- El regulador de carga deberá estar etiquetado con al menos la siguiente información:
  - Tensión nominal (V)
  - Corriente máxima (A)
  - Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie
  - Polaridad de terminales y conexiones

### Inversores:

Un inversor, también llamado ondulator, es un circuito utilizado para convertir corriente continua en corriente alterna. La función de un inversor es cambiar un voltaje de entrada de corriente directa a un voltaje simétrico de salida de corriente alterna, con la magnitud y frecuencia deseada por el usuario o el diseñador.

Un inversor simple consta de un oscilador que controla a un transistor, el cual es utilizado para interrumpir la corriente entrante y generar una onda cuadrada. Esta onda cuadrada alimenta a un transformador que suaviza su forma, haciéndola parecer un poco más una onda senoidal y produciendo el voltaje de salida necesario. Las formas de onda de salida del voltaje de un inversor ideal debería ser sinusoidal. Inversores más eficientes utilizan varios artificios electrónicos para tratar de llegar a una onda que simule razonablemente a una onda senoidal en la entrada del transformador, en vez de depender de éste para suavizar la onda.

Se pueden clasificar en general de dos tipos: 1) inversores monofásicos y 2) inversores trifásicos.

Condensadores e inductores pueden ser utilizados para suavizar el flujo de corriente desde y hacia el transformador.



Además, es posible producir una llamada "onda senoidal modificada", la cual es generada a partir de tres puntos: uno positivo, uno negativo y uno de tierra. Una circuitería lógica se encarga de activar los transistores de manera que se alternen adecuadamente.

Inversores más avanzados utilizan la modulación por ancho de pulsos con una frecuencia portadora mucho más alta para aproximarse más a la onda seno o modulaciones por vectores de espacio mejorando la distorsión armónica de salida. También se puede predistorsionar la onda para mejorar el factor de potencia.

Los inversores de alta potencia, en lugar de transistores utilizan un dispositivo de conmutación llamado IGBT (Insulated Gate Bipolar transistor ó Transistor Bipolar de Puerta Aislada).

Existen 2 tipos:

- a) Inversores monofásicos
- b) Inversores trifásicos

Usaremos los monofásicos ya que la onda sinusoidal generada a partir del inversor es monofásica



**Figura 24. Inversor**

A continuación describiremos los requisitos técnicos de los inversores:

- Los inversores serán de onda senoidal pura. Se permitirá el uso de inversores de onda no senoidal, si su potencia nominal es inferior a 1 kVA, no producen daño a las cargas y aseguran una correcta operación de éstas.
- Los inversores se conectarán a la salida de consumo del regulador de carga o en bornes del acumulador. En este último caso se asegurará la protección del acumulador frente a sobrecargas y sobredescargas. Estas protecciones podrán estar incorporadas en el propio inversor o se realizarán con un regulador de carga, en cuyo caso el



regulador debe permitir breves bajadas de tensión en el acumulador para asegurar el arranque del inversor.

- El inversor debe asegurar una correcta operación en todo el margen de tensiones de entrada permitidas por el sistema.
- La regulación del inversor debe asegurar que la tensión y la frecuencia de salida estén en los siguientes márgenes, en cualquier condición de operación:

$V_{NOM} \pm 5 \%$ , siendo  $V_{NOM} = 220 V_{RMS}$  o  $230 V_{RMS}$

$50 \text{ Hz} \pm 2\%$

- El inversor será capaz de entregar la potencia nominal de forma continuada, en el margen de temperatura ambiente especificado por el fabricante.
- El inversor debe arrancar y operar todas las cargas especificadas en la instalación, especialmente aquellas que requieren elevadas corrientes de arranque, sin interferir en su correcta operación ni en el resto de cargas.
- Los inversores estarán protegidos frente a las siguientes situaciones:
  - Tensión de entrada fuera del margen de operación.
  - Desconexión del acumulador.
  - Cortocircuito en la salida de corriente alterna.
  - Sobrecargas que excedan la duración y límites permitidos.
- El autoconsumo del inversor sin carga conectada será menor o igual al 2 % de la potencia nominal de salida.
- Las pérdidas de energía diaria ocasionadas por el autoconsumo del inversor serán inferiores al 5 % del consumo diario de energía. Se recomienda que el inversor tenga un sistema de “stand-by” para reducir estas pérdidas cuando el inversor trabaja en vacío (sin carga).
- Los inversores deberán estar etiquetados con, al menos, la siguiente información:
  - Potencia nominal (VA)
  - Tensión nominal de entrada (V)
  - Tensión (VRMS) y frecuencia (Hz) nominales de salida
  - Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie
  - Polaridad y terminales

### Generador Diesel:

De esta parte del sistema no hablaremos mucho, ya que no tiene mucha relevancia en los sistemas híbridos. Tan sólo diremos que su energía será de utilidad cuando el generador fotovoltaico no obtenga energía procedente del sol y cuando las baterías estén prácticamente descargadas.



**Figura 25. Generador Diesel**

### Cableado:

Todo el cableado cumplirá con lo establecido en la legislación vigente.

Los conductores necesarios tendrán la sección adecuada para reducir las caídas de tensión y los calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior, incluyendo cualquier terminal intermedio, al 1,5 % a la tensión nominal continua del sistema.

Se incluirá toda la longitud de cables necesaria (parte continua y/o alterna) para cada aplicación concreta, evitando esfuerzos sobre los elementos de la instalación y sobre los propios cables.

Los positivos y negativos de la parte continua de la instalación se conducirán separados, protegidos y señalizados (códigos de colores, etiquetas, etc.) de acuerdo a la normativa vigente.

Los cables de exterior estarán protegidos contra la intemperie.

### Regulador:

#### ➤ **Función**

Dispositivo encargado de proteger a la batería frente a sobrecargas y sobredescargas profundas.

El regulador de tensión controla constantemente el estado de carga de las baterías y regula la intensidad de carga de las mismas para alargar su vida útil. También genera alarmas en función del estado de dicha carga.

Los reguladores actuales introducen microcontroladores para la correcta gestión de un sistema fotovoltaico. Su programación elaborada permite un control capaz de adaptarse a



las distintas situaciones de forma automática, permitiendo la modificación manual de sus parámetros de funcionamiento para instalaciones especiales. Incluso los hay que memorizan datos que permiten conocer cuál ha sido la evolución de la instalación durante un tiempo determinado.

Para ello, consideran los valores de tensión, temperatura, intensidad de carga y descarga, y capacidad del acumulador.

Existen dos tipos de reguladores de carga, los lineales y los conmutados.

### ➤ Sistema de regulación o Cómo trabajan los reguladores de carga

- Regulación De La Intensidad De Carga De Las Baterías: igualación, carga profunda, flotación.

#### IGUALACIÓN

Esta respuesta del regulador permite la realización automática de cargas de igualación de los acumuladores tras un período de tiempo en el que el estado de carga ha sido bajo, reduciendo al máximo el gaseo en caso contrario.

#### CARGA PROFUNDA

Tras la igualación, el sistema de regulación permite la entrada de corriente de carga a los acumuladores sin interrupción hasta alcanzar el punto de tensión final de carga. Alcanzado dicho punto el sistema de regulación interrumpe la carga y el sistema de control pasa a la segunda fase, la flotación.

Cuando se alcanza la tensión final de carga, la batería ha alcanzado un nivel de carga próximo al 90% de su capacidad, en la siguiente fase se completará la carga.

#### CARGA FINAL Y FLOTACIÓN

La carga final del acumulador se realiza estableciendo una zona de actuación del sistema de regulación dentro de lo que denominamos “Banda de Flotación Dinámica”. La BFD es un rango de tensión cuyos valores máximos y mínimo se fijan entre la tensión final de carga y la tensión nominal + 10% aproximadamente.

Una vez alcanzado el valor de voltaje de plena carga de la batería, el regulador inyecta una corriente pequeña para mantenerla a plena carga, esto es, inyecta la corriente de flotación. Esta corriente se encarga por tanto de mantener la batería a plena carga y cuando no se consuma energía se emplea en compensar la Autodescarga de las baterías.

- Indicadores De Estado: Desconexión Del Consumo Por Baja Tensión De Baterías, Alarmas De Señalización
- **DESCONEXIÓN DEL CONSUMO POR BAJA TENSIÓN DE BATERÍA**  
La desconexión de la salida de consumo por baja tensión de batería indica una situación de descarga del acumulador próxima al 70% de su capacidad nominal. Si la tensión de la batería disminuye por debajo del valor de tensión de maniobra de desconexión de consumo durante más de un tiempo establecido, se desconecta el consumo. Esto es para evitar que una sobrecarga puntual de corta duración desactive el consumo.

Tensión de desconexión del consumo: tensión de la batería a partir de la cual se desconectan las cargas de consumo.

### ALARMA POR BAJA TENSIÓN DE BATERÍA

La alarma por baja tensión de batería indica una situación de descarga considerable. A partir de este nivel de descarga las condiciones del acumulador comienzan a ser comprometidas desde el punto de vista de la descarga y del mantenimiento de la tensión de salida frente a intensidades elevadas.

Esta alarma está en función del valor de la tensión de desconexión de consumo (siempre se encontrará 0,05 volt/elem. por encima).

En el regulador DSD, Si la tensión de la batería disminuye por debajo del valor de la alarma durante más de 10 segundos aprox. se desconecta el consumo. El regulador entra entonces en la fase de igualación y el consumo no se restaurará hasta que la batería no alcance media carga. Además, incluye una señal acústica para señalar la batería baja

### PROTECCIONES TÍPICAS

Contra sobrecarga temporizada en consumo

Contra sobretensiones en paneles, baterías y consumo.

Contra desconexión de batería.

### INDICADORES DE ESTADO/ SEÑALIZADORES HABITUALES

Indicadores de tensión en batería.

Indicadores de fase de carga.

Indicadores de sobrecarga/ cortocircuito.

### PARÁMETROS A CALCULAR, DIMENSIONAMIENTO

Tensión nominal: la del sistema (12, 24, 48)

Intensidad del regulador: la intensidad nominal de un regulador ha de ser mayor que la recibida en total del campo de paneles FV.

- **Parámetros importantes que determinan su operación**

-Intensidad Máxima de Carga o de generación: Máxima intensidad de corriente procedente del campo de paneles que el regulador es capaz de admitir.

-Intensidad máxima de consumo: Máxima corriente que puede pasar del sistema de regulación y control al consumo.

-Voltaje final de carga: Voltaje de la batería por encima del cual se interrumpe la conexión entre el generador fotovoltaico y la batería, o reduce gradualmente la corriente media entregada por el generador fotovoltaico (I flotación). Vale aproximadamente 14.1 para una batería de plomo ácido de tensión nominal 12V.



**Figura 26. Regulador de Carga**

## 6.2 Descripción de los elementos de los sistemas de conexión a red

Sistema para Autoconsumo Fotovoltaico preparado para el futuro Balance Neto:

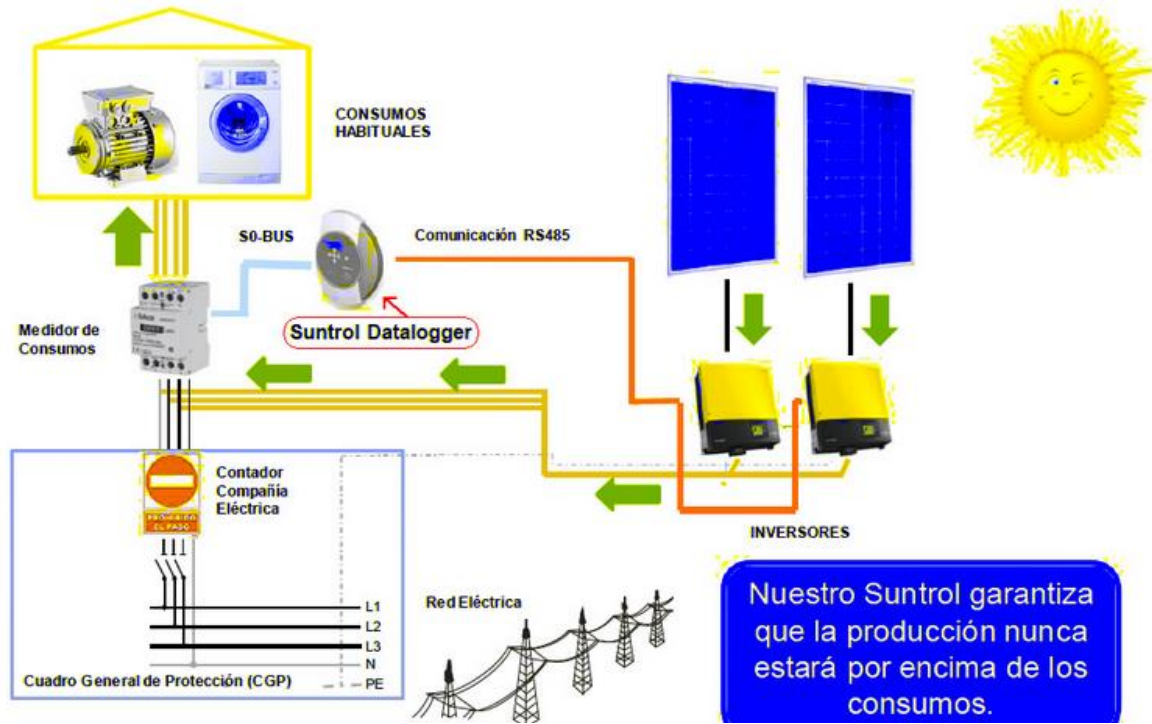


Figura 27 Sistema de conexión a Red

A continuación describimos los elementos de este sistema:

Respecto al sistema aislado observamos que no necesitamos baterías, en cambio necesitamos un medidor del consumo de una vivienda y un comparador situado entre el medidor de consumo y los inversores.

### Medidor de consumo:

Es un dispositivo que mide el consumo de energía eléctrica de un circuito o un servicio eléctrico. Las tensiones máximas que soportan los medidores son de aproximadamente 600 Voltios y las corrientes máximas de hasta 200 Amperios. Cuando las tensiones y las corrientes exceden estos límites se requieren transformadores de medición de tensión y de corriente.

Hay 2 tipos de medidores de consumo:

**Medidores electromecánicos:** utilizan bobinados de corriente y de tensión para crear corrientes parásitas en un disco que, bajo la influencia de los campos magnéticos, produce un giro que mueve las agujas de la carátula.

Utiliza 2 juegos de bobinas que producen campos magnéticos; estos campos actúan sobre un disco conductor magnético en donde se producen corrientes parásitas. La acción de las corrientes parásitas producidas por las bobinas de corriente sobre el campo magnético de las bobinas de voltaje y la acción de las corrientes parásitas producidas por las bobinas de voltaje sobre el campo magnético de las bobinas de corriente dan un resultado vectorial tal, que produce un par de giros sobre el disco. El par de giro es proporcional a la potencia consumida por el circuito.

El disco está soportado por campos magnéticos y soportes de rubí para disminuir la fricción, un sistema de engranes transmite el movimiento del disco a las agujas que cuentan el número de vueltas del medidor. A mayor potencia más rápido gira el disco, acumulando más giros conforme pasa el tiempo.

Está formado por las siguientes partes:

- 1) Bobina de voltaje: muchas vueltas de alambre fino con revestimiento de plástico, conectados en paralelo con la carga.
- 2) Bobina de corriente: tres vueltas de alambre grueso, conectado en serie con la carga
- 3) Estator.
- 4) Disco del rotor de aluminio.
- 5) Imanes del rotor del freno.
- 6) Eje con engranaje de tornillo
- 7) Diales de pantalla



**Figura 28. Medidor electromecánico**

**Medidores electrónicos con registrador electrónico:** el disco giratorio del medidor de inducción se configura para generar un tren de pulsos (un valor determinado por cada rotación del disco, por ejemplo 5 pulsos). Estos pulsos son procesados por un sistema digital el cual calcula y registra valores de energía de demanda. El medidor y el registrador pueden estar en la misma unidad o en módulos separados.

**Medidores totalmente electrónicos:** la medición de energía y el registro se realizan por medio de un proceso análogo-digital (sistema totalmente electrónico) utilizando un microprocesador y memorias. A su vez, de acuerdo a las facilidades implementadas, estos medidores se clasifican como:

1. Medidores de demanda: miden y almacenan la energía total y una única demanda en las 24 horas
2. Medidores multitarifa: miden y almacenan energía y demanda en diferentes tramos de tiempo de las 24 horas, a los que le corresponden diferentes tarifas. Pueden registrar también la energía reactiva, factor de potencia, y parámetros especiales adicionales.



**Figura 29. Medidor electrónico**

Podemos elegir cualquiera de los tres tipos como medidor del consumo, ya que no influyen las características de estos en el sistema

### Comparador:

Este aparato sirve para comparar la energía que se consume en cada instante con la que produce el panel solar. Dado que actualmente no tenemos la legislación aprobada de balance neto, no podemos verter energía sobrante procedente de los paneles fotovoltaicos a la red eléctrica, debemos de programar este comparador de modo que si la energía producida es mayor que la que se consume se pueda reducir la eficiencia de los paneles y así poder producir menos para no verter energía a la red eléctrica.

Uno de los comparadores más usados en este ámbito es el Suntrol Datalogger.



**Figura 30. Suntrol Datalogger**



**Inversor:**

Descrito en el epígrafe 5.1.

**Generador fotovoltaico:**

Descrito en el epígrafe 5.1.

## **7. Integración arquitectónica de la energía solar fotovoltaica**

Las instalaciones tradicionales de componentes solares en edificios suelen usar los módulos estándar, normalmente sobre estructuras independientes y en el mejor de los casos sobrepuestas a alguna parte del edificio como tejados o fachadas. Recientemente se están comercializando algunos componentes solares especialmente diseñados para edificios.

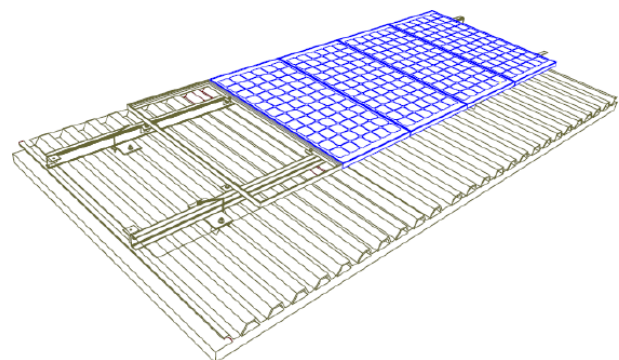
Los módulos fotovoltaicos están fabricados para la intemperie, por tanto pueden formar parte de la piel de un edificio. Sin embargo, las diferentes tecnologías de encapsulado dan como resultado una gama de elementos constructivos con diferentes características:

- Cristal-plástico posterior: El adhesivo transparente es normalmente EVA (Etil-Vinil-Acetato) y el plástico posterior Tedlar TM en diferentes colores, translúcido o transparente.
- Cristal-cristal: El plástico posterior se sustituye por otro cristal. El adhesivo transparente son resinas o siliconas.

Los módulos estándar tienen un marco de aluminio. Los que no llevan marco, llamados laminados, se usan preferentemente para integración arquitectónica. Varios fabricantes de módulos ofrecen productos a medida del cliente en cuanto a tamaño, forma, tipo de células y disposición de estas, permitiendo una gran creatividad y adaptabilidad a los requerimientos arquitectónicos de la edificación existente.

**Integración en cubiertas de edificios**

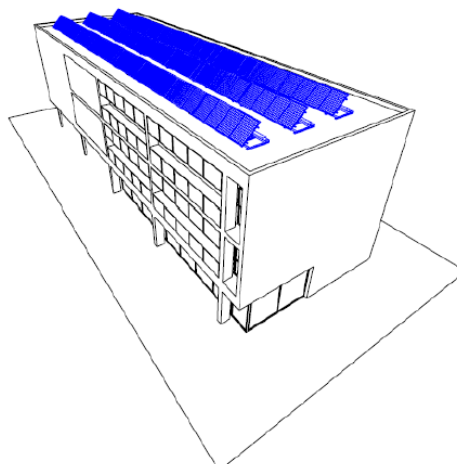
- Superposición sobre cubierta existente
- Adaptabilidad
- Funciones de estanqueidad

**CUBIERTAS INCLINADAS**

**Figura 31. Cubierta inclinada**

- Instalación sencilla
- Estructura soporte convencionales
- Excelente rendimiento energético

#### CUBIERTAS PLANAS

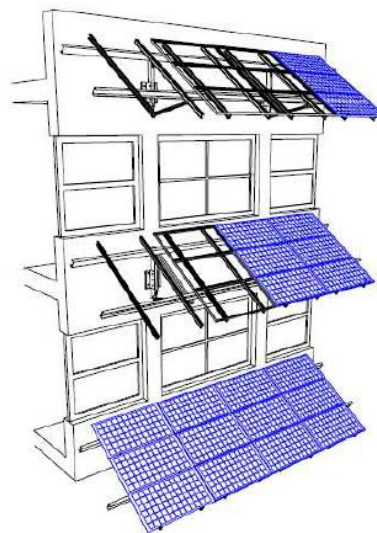
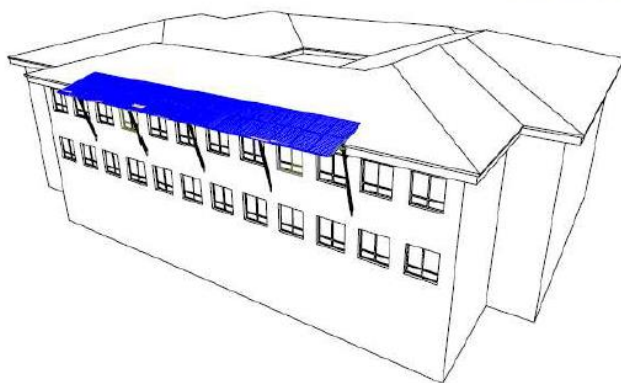


**Figura 32. Cubierta plana**

#### Integración en fachadas o elementos de fachada

- Cubriciones y sombreado
- Reducción de la carga térmica
- Impacto estético

#### PARASOLES



**Figura 33. Parasol**

- Permite filtrar la luz
- Acristalamiento semitransparente
- Gran impacto visual
- Adaptable a tecnologías constructivas ya existentes

### MUROS CORTINA

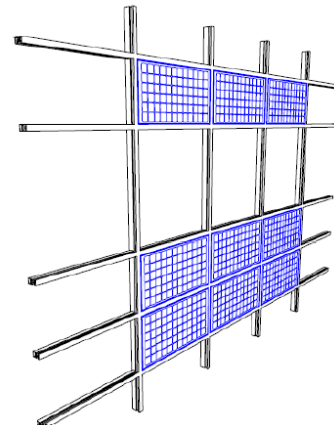
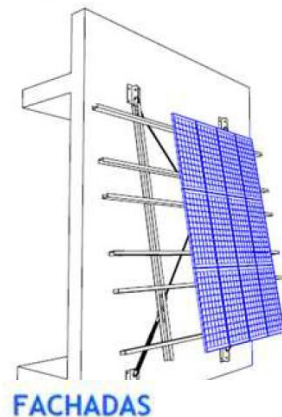


Figura 34. Muro de cortina

### PAÑOS CIEGOS



### FACHADAS

- Sistemas de montantes y rastreles ya existentes en el mercado
- Fácil instalación
- Nuevo concepto estético de fachada
- Gran impacto visual
- Muy adaptable a tecnologías constructivas ya existentes

Figura 35. Paño ciego

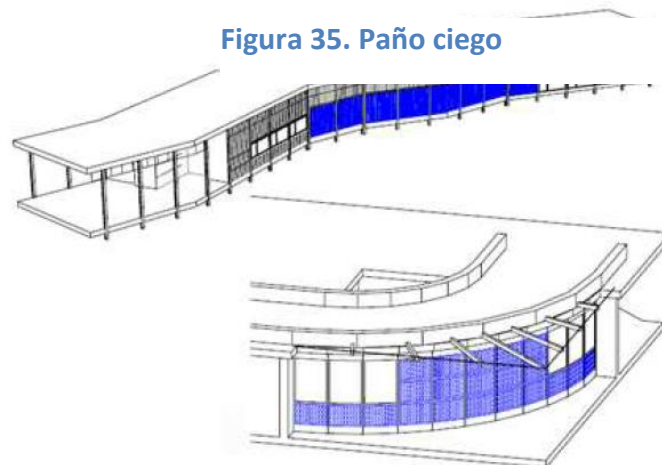


Figura 36. Fachada

A continuación veremos una serie de elementos que permiten reducir el impacto medioambiental, pero no su eficiencia

## 7.1 Paneles solares con forma de tejas

Construir un tejado y al mismo tiempo producir electricidad para la vivienda.

Las empresas están desarrollando unos paneles solares muy particulares que, con el ojo en el diseño, tienen la forma de las tejas de techo convencionales. Se trata de unas células solares que presentan el tamaño y la fisionomía de las clásicas tejas color terracota aunque en este caso su tono es más oscuro. Logran una rendimiento de entre un 8 y un 10 por ciento.

El concepto de la construcción flexible con tejas fotovoltaicas de silicio monocristalino permite instalar desde potencias mínimas de 6 Wp (una teja) hasta más de 15 KWp.

La instalación puede ser efectuada para viviendas con o sin conexión a la red eléctrica y de esa manera se mantiene la estética de su vivienda.

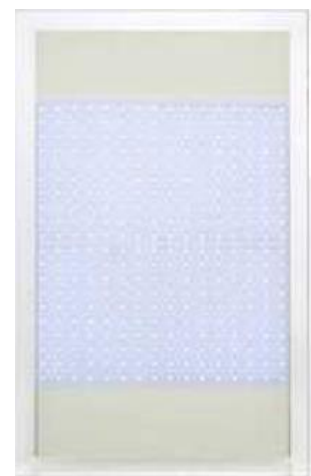


**Figura 37. Panel fotovoltaico con forma de teja**

## 7.2 Paneles transparentes

Más allá de la funcionalidad, la gran ventaja de estos paneles remite a su estética pues pueden compatibilizar con la decoración presente en la vivienda logrando un estilo más armonioso. Así es como estos paneles se pueden integrarse en la vivienda sin mayores inconvenientes pudiendo colocarse en las ventanas gracias a que las células han sido fabricadas en plástico flexible por lo que pueden colocarse entre dos láminas de vidrio.

Pero esta no es la única ventaja de estos paneles. Versátiles y divertidos, pueden teñirse con distintos colores para así servir como complemento decorativo en el hogar. Si hay algo en su contra es que por el momento tienen una vida útil de 25 años, bastante menos que los paneles rígidos. Por otra parte, aún no son demasiado eficientes a la hora de convertir la energía de los rayos en electricidad.



**Figura 38. Panel transparente**

### 7.3 Paneles solares cilíndricos

A diferencia de los tradicionales paneles rectangulares, esta fisonomía permite una mejor absorción de la luz al tiempo que son más resistentes al viento, lo que a su vez influye en el costo de instalación en los techos, que se vuelven más económicos.

Fabricados a partir de rollos de células solares cilíndricas hechas a partir de una fina lámina de material semiconductor, el viento puede pasar entre ellos y así se evita una complicada instalación para sujetarlos.



Figura 39. Paneles solares cilíndricos

### 7.4 Persianas que captan energía e iluminan de noche

Estas persianas solares utilizan dos tecnologías, la iluminación OLED (iluminación por medio de LED's orgánicos) y la energía solar. El sistema, llamado Lightway, es un sistema de persianas giratorias y transparentes que se recargan con la energía solar durante el día y por la noche iluminan el interior de las casas o edificios.

En teoría estas persianas consiguen iluminar igual que un foco de 60 W, con lo que no es necesario prenderlos durante las noches. Se estima que instalando estas persianas solares, se puede tener un ahorro del 22% en la factura eléctrica de las casas.

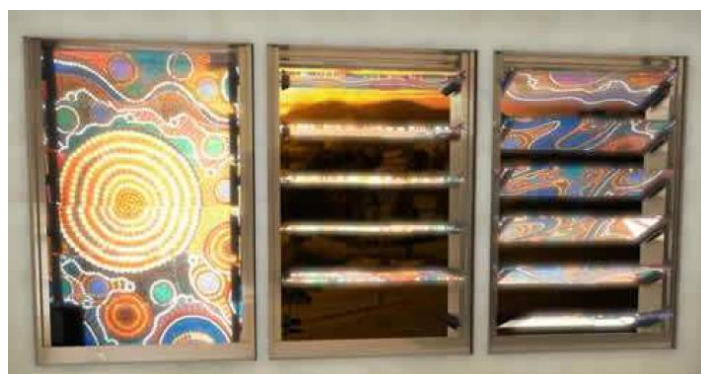


Figura 40. Persiana captadora de energía



## 7.5 Ventanas solares



Figura 41. Ventana solar

Un grupo de científicos de Taiwán desarrollaron un cristal para ventanas que se limpia a sí mismo, es un aislante térmico ideal y por si fuera poco produce electricidad.

El cristal inventado se compone de 3 capas: una que funciona como limpiador, otra que genera electricidad y una última que es el aislante. Esta última capa es mucho más eficaz que los cristales aislantes comunes.

## 7.6 Fachadas solares

Vamos a tener que acostumbrar a ver cada vez más las fachadas solares, sobre todo para edificios de oficinas. Al igual que hace unos años se puso de moda construir edificios de oficinas inteligentes con ventanas no practicables súper aislados del exterior (y en ocasiones con problemáticas asociadas), ahora nos vamos a tener que acostumbrar a ver fachadas de cristal captador de energía solar.

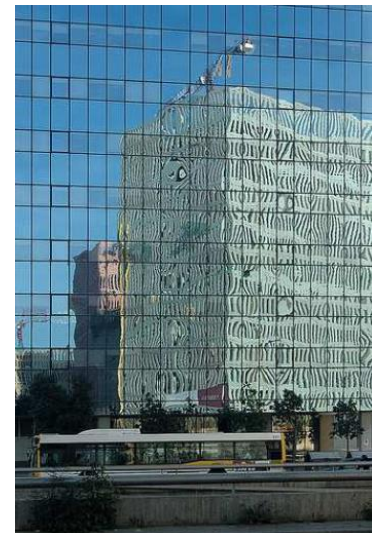


Figura 42. Fachada solar

El edificio CIS Tower en Manchester, Inglaterra fue vestido con paneles fotovoltaicos con un coste de 5.5 millón de libras o 3.7 millones de euros en noviembre de 2005 cuando se comenzó a suministrar electricidad en la red nacional de Gran Bretaña



Figura 43. Edificio CIS Tower (Manchester)

## 8. Normativa

Hay que tener en cuenta mucha normativa en la puesta a punto de una instalación híbrida fotovoltaica. Cabe destacar la **Ley 24/2013, de 26 de diciembre**, del Sector Eléctrico, donde se define el autoconsumo, el **Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre**, los decretos de urgente y extrema necesidad elaborados por el gobierno, como una de las medidas en los recortes y el **Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio**, que establece medidas poco favorecedoras para la energía autoconsumida. Actualmente se está elaborando un **Proyecto de Real Decreto por el que se establece la regulación del Autoconsumo fotovoltaico o Balance Neto en España**, que favorecerá el desarrollo de instalaciones híbridas, estableciendo un marco legal, como ya hay en muchos países.

Estas leyes al ser más importantes en nuestro ámbito serán más desarrolladas en el epígrafe 7, ilustrando lo más importante que hay que tener en cuenta, omitiendo de esta manera datos que no nos son relevantes.





- **Real Decreto 19.55/2000, de 1 de diciembre**, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica:

El presente Real Decreto tiene por objeto establecer el régimen jurídico aplicable a las actividades de transporte, distribución, comercialización y suministro de energía eléctrica y a las relaciones entre los distintos sujetos que las desarrollan, estableciendo las medidas necesarias encaminadas a garantizar este servicio esencial a todos los consumidores finales.

También, se establece el régimen de autorización correspondiente a todas las instalaciones eléctricas y el procedimiento de inscripción en los distintos registros administrativos.

- **Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto**, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

El vigente Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Decreto 2413/1973, de 20 de septiembre, supuso un considerable avance en materia de reglas técnicas y estableció un esquema normativo, basado en un reglamento marco y unas instrucciones complementarias, las cuales desarrollaban aspectos específicos, que se reveló altamente eficaz, de modo que otros muchos reglamentos se realizaron con análogo formato.

- **Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo**, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

El Código Técnico de la Edificación (CTE) es el conjunto principal de normativas que regulan la construcción de edificios en España desde 2006. Es el código de edificación en vigor en el país. En él se establecen los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad de las construcciones, definidos por la Ley de Ordenación de la Edificación (LOE).<sup>1</sup> Sus exigencias intervienen en las fases de proyecto, construcción, mantenimiento y conservación. Es una normativa basada en prestaciones.

- **Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo**, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

Constituye el objeto de este real decreto:

- El establecimiento de un régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial que sustituye al Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial por una nueva regulación de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.



- El establecimiento de un régimen económico transitorio para las instalaciones por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- La determinación de una prima que complemente el régimen retributivo de aquellas instalaciones con potencia superior a 50 MW.
- La determinación de una prima que complemente el régimen retributivo de las instalaciones de co-combustión de biomasa y/o biogás en centrales térmicas del régimen ordinario, independientemente de su potencia.

A partir de 2011 se empiezan a elaborar medidas urgentes en el consumo de la energía materializadas en Reales Decretos. Estas medidas son llevadas a cabo en España por la profunda crisis económica que tiene el país.

- **Real Decreto 647/2011, de 9 de mayo**, por el que se regula la actividad de gestor de cargas del sistema para la realización de servicios de recarga energética.

Constituye el objeto de este real decreto la regulación de los gestores de cargas del sistema como sujetos que desarrollan la actividad destinada al suministro de energía eléctrica para la recarga de los vehículos eléctricos.

- **REAL DECRETO 1544/2011** - Peajes de acceso que deben satisfacer los productores de energía eléctrica

El Gobierno Central aprobó el 31 de Octubre de 2011 el Real Decreto 1544/2011, por el que se establecen los peajes de acceso a las redes de transporte y distribución que deben satisfacer los productores de energía eléctrica.

- **Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre**, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.

El 8 de diciembre de 2011 se publicó en el BOE el RD 1699/2011, llamado a ser el decreto que regulara el **Autoconsumo**, pero nada más lejos de la realidad. De hecho, esta nueva normativa lo único que regula son las condiciones de solicitud, los procedimientos de conexión y las condiciones técnicas para instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.

Lo positivo es que legaliza las instalaciones de autoconsumo que hasta ahora estaban en un vacío legal y permite instalar contadores en paralelo para computar la energía autoconsumida (artículo 18) y ceder la energía generada a terceros (Anexo III) aunque no se especifica cómo se debería hacer.

A modo de resumen las principales características de esta normativa son:



1. Se aplica a instalaciones de generación fotovoltaica y eólica de potencia no superior a 100kW, así como a otras mayores de cogeneración y biomasa de hasta 1.000kW (artículo 2).
2. El estudio de conexión que sirve para averiguar la viabilidad de la conexión corre a cargo de la empresa distribuidora y debe ser respondido en el plazo máximo de 1 mes (artículo 5).
3. El productor puede utilizar para autoconsumo la energía generada y ceder los excedentes a un tercero o entregar la energía a la empresa distribuidora, pero el RD no indica ningún régimen económico para esta energía ni la manera en que se debe articular esta cesión.
4. Las instalaciones de generación de menos de 20kW que cuenten con conexión a la red y que se encuentren en suelo urbanizado solo abonarán el coste de acometida (artículo 6), evitándose de esta manera el coste de infraestructuras adicionales que la empresa distribuidora pudiera exigir.
5. Las instalaciones de menos de 10kW con suministro ya contratado (todos los consumos domésticos y la mayoría de los pequeños comercios) se podrán tramitar por medio de un procedimiento abreviado (artículo 9) y no se exigirá depósito de aval.
6. Se instalará un contador independiente para la instalación de autoconsumo. En caso de entregar la energía excedentaria se puede instalar un contador bidireccional, que permite medir tanto la energía generada como la consumida. (artículo 18).
7. La disposición adicional segunda establece que las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo serán reguladas por un nuevo Real Decreto antes del mes de abril del 2012.

El Real Decreto 1699/2011 nada dice al respecto de **balance neto (net metering)** existente ya en muchos países y que consiste en el usuario consume su electricidad y, en caso de excedente, por cada kilovatio generado tiene derecho a no pagar un kilovatio consumido en la red convencional. Actualmente existe un proyecto de Ley en el que se quiere regular el balance neto, donde hablaremos más detalladamente de él. Este Proyecto de Ley es: **el Proyecto de Real Decreto por el que se establece la regulación del Autoconsumo fotovoltaico o Balance Neto en España.**

La gran aportación de esta norma es que modifica el actual modelo centralizado de generación y hace posible que viviendas y pequeños comercios e industrias se conviertan en centrales eléctricas, distribuyendo de esta manera la generación de energía, posibilitando la instalación de minieólicas, y otras instalaciones de autoproducción (solar, biomasa, etc) que hasta ahora eran completamente ilegales.

El autoconsumo por tanto proporcionará en un futuro no muy lejano una generación eléctrica más sostenible y distribuida, produciendo al mismo tiempo un ahorro económico, ya que según Javier Anta, el presidente de ASIF el autoconsumo será rentable en tres o cuatro años.

- **Real Decreto-ley 1/2012** por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución en las nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica en régimen especial.



Se ha publicado en el BOE, del día 28 de enero, el RD-ley 1/2002, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos.

La norma no tiene carácter retroactivo, es decir, no afectará a las instalaciones ya en marcha, a las primas ya autorizadas ni tampoco a las instalaciones ya inscritas en los registros de preasignación.

- **Real Decreto 1718/2012, de 28 de diciembre**, por el que se determina el procedimiento para realizar la lectura y facturación de los suministros de energía en baja tensión con potencia contratada no superior a 15 kW.

Aprobado por el Consejo en su sesión de 4 de abril de 2013. Tras haberse recibido en esta Comisión varias consultas sobre distintos aspectos del Real Decreto 1718/2012, de 28 de diciembre, por el que se determina el procedimiento para realizar la lectura y facturación de los suministros de energía en baja tensión con potencia contratada no superior a 15 kW, se ha considerado oportuno realizar un único informe que compendie la totalidad de las consultas planteadas. En el apartado 3 del presente Informe se recoge la interpretación que por esta Comisión se hace de aquellos aspectos que pudieran dar lugar a confusión en la aplicación de la citada norma.

- **Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio**, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.

Así denomina el BOE al Real Decreto con el que se podrá mantener el sistema deficitario de la energía en España. El Real Decreto crea un mecanismo de financiación por el que los usuarios pagarán el déficit acumulado de años atrás "por la caída significativa de la demanda, el incremento en la producción eléctrica a partir de fuentes renovables primadas y la reducción de los precios de mercado".

Para obtener este propósito, el Real Decreto establece, entre otros, nuevos métodos de cálculo de términos de energía y de potencia. Como todos sabemos, la compañía eléctrica factura un término fijo de potencia, que será valorado en función de la potencia contratada, y un término variable de energía, que facturará en función del consumo realizado por el usuario. El término de potencia depende en gran medida de las instalaciones que tenga el usuario, mientras que en el término de energía influyen principalmente los hábitos de consumo, y por tanto, las medidas de ahorro energético. Ante esto, el Real Decreto aumenta el término de potencia (parte fija) y disminuye el término de energía (parte variable), por lo que los consumos y los ahorros dentro de las instalaciones perderán presencia en su factura.

Sin embargo, la medida más significativa de este decreto es el denominado **peaje de respaldo**, "por el que se establece la regulación de las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo". Este peaje penalizará a aquellos usuarios que tengan sistemas de autoconsumo eléctrico no independiente, que tendrá que pagar un peaje por tener la garantía de suministro eléctrico en caso de demandar



mayor electricidad de la autoproducida. El propietario estará obligado a informar a su compañía comercializadora de su instalación de autoconsumo, para así aplicar precios distintos a la energía vendida a consumidores y autoconsumidores.

Ambas medidas ponen en peligro el despegue del sector de la eficiencia energética, dado que el usuario dejará de beneficiarse de los posibles ahorros provocados por el descenso del consumo (disminuyendo su término de energía) y por la instalación de equipos de autoconsumo (incluyendo un peaje de respaldo). Los hábitos de consumo dejarán de tener presencia en su factura, y por lo tanto, el asesoramiento de empresas orientadas a impulsar este sector, menor influencia.

Recordemos que el **certificado de eficiencia energética** incluye medidas de ahorro energético. Si se elimina la influencia de los consumos energéticos en la factura, el periodo de amortización de las medidas será mayor, y por lo tanto, será inviable instalar equipos o sistemas constructivos ahorradores, ya que el usuario primará ante todo su gasto económico.

En pocas palabras, todas las instalaciones de autoconsumo fotovoltaico van a pagar por cada kWh autogenerado incluso en el caso en que no se vierta jamás un solo kWh a la red eléctrica externa. De esta obligación, **están totalmente liberadas las instalaciones fotovoltaicas aisladas de la red eléctrica.**

### ➤ **Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico:**

Es la nueva normativa que regula el Sector Eléctrico y que sustituye la Ley 54/1997. La ley ha sido diseñada por el Gobierno para acabar con el déficit de tarifa y establece por primera vez la figura del autoconsumo de electricidad.

En el preámbulo menciona que esta reforma se debe a la aparición de un déficit estructural.

Lo que afecta esta Ley a las energías renovables es que la cogeneración y la energía obtenida por los residuos tendrán una retribución en función de los ingresos por la venta de la energía generada valorada al precio del mercado de producción, los costes de explotación medios necesarios para realizar la actividad y el valor de la inversión inicial, todo ello para una empresa eficiente y bien gestionada.

A los efectos de esta ley, se entenderá por autoconsumo el consumo de energía eléctrica proveniente de instalaciones de generación conectadas en el interior de una red de un consumidor o a través de una línea directa de energía eléctrica asociadas a un consumidor.

Se distinguen las siguientes modalidades de autoconsumo:

a) Modalidades de suministro con autoconsumo. Cuando se trate de un consumidor que dispusiera de una instalación de generación, destinada al consumo propio, conectada en el interior de la red de su punto de suministro y que no estuviera dada

de alta en el correspondiente registro como instalación de producción. En este caso existirá un único sujeto de los previstos en el artículo 6, que será el sujeto consumidor.

b) Modalidades de producción con autoconsumo. Cuando se trate de un consumidor asociado a una instalación de producción debidamente inscrita en el registro administrativo de instalaciones de producción de energía eléctrica conectada en el interior de su red. En este caso existirán dos sujetos de los previstos en el artículo 6, el sujeto consumidor y el productor.

c) Modalidades de producción con autoconsumo de un consumidor conectado a través de una línea directa con una instalación de producción. Cuando se trate de un consumidor asociado a una instalación de producción debidamente inscrita en el registro administrativo de instalaciones de producción de energía eléctrica a la que estuviera conectado a través de una línea directa. En este caso existirán dos sujetos de los previstos en el artículo 6, el sujeto consumidor y el productor.

Cualquier otra modalidad de consumo de energía eléctrica proveniente de una instalación de generación de energía eléctrica asociada a un consumidor.

Todos los consumidores sujetos a cualquier modalidad de autoconsumo tendrán la obligación de contribuir a los costes y servicios del sistema por la energía autoconsumida.

Para ello estarán obligados a pagar los mismos peajes de acceso a las redes, cargos asociados a los costes del sistema y costes para la provisión de los servicios de respaldo del sistema que correspondan a un consumidor no sujeto a ninguna de las modalidades de autoconsumo descritas en el apartado anterior.

El Gobierno podrá establecer reglamentariamente reducciones en dichos peajes, cargos y costes en los sistemas no peninsulares, cuando las modalidades de autoconsumo supongan una reducción de los costes de dichos sistemas.

Los consumidores acogidos a las modalidades de autoconsumo de energía eléctrica tendrán la obligación de inscribirse en el registro administrativo de autoconsumo de energía eléctrica, creado a tal efecto en el Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

Asimismo el Gobierno establecerá las condiciones económicas para que las instalaciones de la modalidad de producción con autoconsumo vendan al sistema la energía no autoconsumida.

La norma también crea el llamado Precio Voluntario para el Pequeño Consumidor (PVPC), que será el nombre que recibirá a partir del próximo miércoles la tarifa de luz regulada, hasta ahora conocida como Tarifa de Último Recurso (TUR).



➤ **ORDEN IET 107/2014** - Peajes de acceso y tarifas y primas de las instalaciones de régimen especial

El Gobierno Central ha publicado en el B.O.E del 14 de Febrero de 2014 la Orden IET 107/2014, por la que se establecen los peajes de acceso a partir del 2014 y las tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial.

➤ **Proyecto de Real Decreto por el que se establece la regulación del Autoconsumo fotovoltaico o Balance Neto en España.**

En el proyecto de Real Decreto se muestran las condiciones administrativas, técnicas y económicas para aplicar la modalidad de suministro de electricidad con balance neto. Ya conocemos el contenido del Proyecto de Real Decreto que regulará el Balance neto de fotovoltaica y resto de energías renovables en España.

A modo de resumen cabe destacar los siguientes aspectos:

**Ámbito de aplicación:** consumidores de energía eléctrica de potencia contratada no superior a 100 kW.

**Incompatibilidad:** Red interior en autoconsumo e instalación de venta a red.

**Solicitud conexión:** Ante el gestor de la red de distribución de la zona. Obligación de suscribir un contrato de acceso con la compañía distribuidora.

**Compensación de saldos:** Plazo de 12 meses.

**Precio de la energía suministrada:** libremente pactado entre las partes.

**Peajes de acceso:** Obligación del consumidor/productor de proceder al pago de los peajes de acceso que les resulten de aplicación por la energía consumida en su instalación.

**Facturación:** mensual en base a lecturas reales. En cada factura emitida por la empresa comercializadora se recogerá el detalle de la energía consumida, generada, y la información asociada a la compensación de los derechos de consumo diferido.

Y lo que es más importante a destacar de la producción fotovoltaica: sin IVAs, sin IAEs, sin Prerregistros, sin Cupos, sin Límite de número de instalaciones, sin Tarifas.... con Futuro para el sector.



## 9. Simulación en PVsyst

La herramienta PVsyst 6.12 nos permitirá realizar un análisis general para ver de forma simplificada cómo es cada topología. Posteriormente realizaremos un análisis más exhaustivo y más real con muchos más detalles, para poder así ver todos los parámetros que nos influyen en nuestra instalación. En todas las simulaciones vamos a **considerar** el clima de **Madrid**. La energía que vamos a tener en cuenta es la calculada en el epígrafe 3 Consumo de una vivienda convencional recordando los datos más significativos:

<b>Consumo energía en un mes</b>	880,3 Kwh
<b>Potencia contratada en cada mes</b>	6,6845 Kw
<b>Factura mensual</b>	167,76€

De estos datos podemos sacar otros parámetros:

**Precio la energía:**  $\frac{167,76 \text{ €}}{880,3 \text{ Kwh}} = 0,19057 \frac{\text{€}}{\text{Kwh}}$

**Energía consumida anualmente:**  $880,3\text{Kwh} \cdot 12 = 10563.6 \text{ Kwh}$

**Energía consumida diariamente:**  $880,3\text{Kwh} / 30,5 = 28,86 \text{ Kwh}$

**Factura anual:**  $167,76 \cdot 12 = 2013,12 \text{ €}$

### 9.1 Simulaciones simplificadas con PVsyst

#### ➤ Simulación simplificada de un sistema aislado:

En esta simulación hemos considerado los siguientes parámetros:

<b>Autonomía</b>	1 día
<b>Auto-descarga</b>	5%
<b>Tensión en las baterías</b>	48 V

En la simulación se calculan otros parámetros mostrados a continuación:

<b>Potencia pico generados del panel solar</b>	11166 Wp
<b>Capacidad del banco de baterías</b>	721 Ah
<b>Coste de la inversión</b>	16469€
<b>Precio de la energía</b>	0,19 €/Kwh

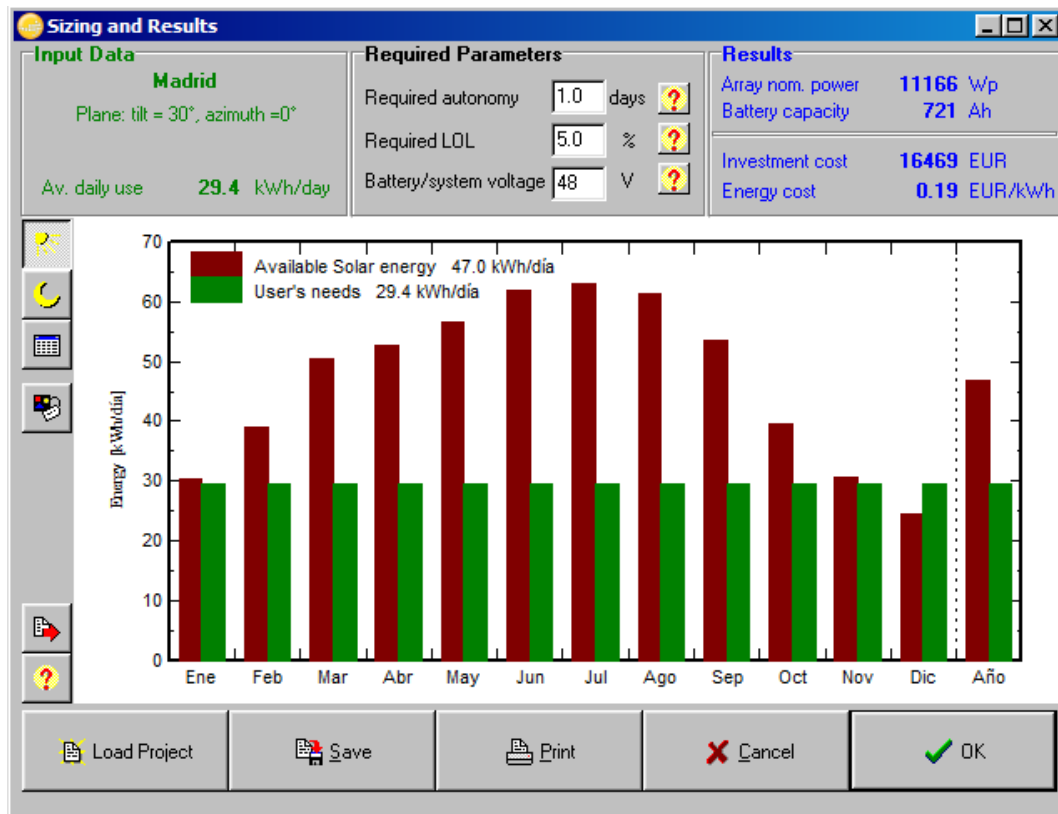


Figura 44. Gráfico de la Energía consumida (verde) y proporcionada por el sol (rojo)

Como podemos observar en la figura los meses más cálidos son los que se alcanza mayor energía procedente del sol. El consumo diario se mantiene constante puesto que estamos suponiendo el mismo consumo todos los meses.

En Julio es cuando se alcanza mayor energía del sol obteniendo más de 60Kwh en un día, por el contrario Diciembre es el mes del que se obtiene menos energía, alcanzando los 60Kwh en un día aproximadamente.

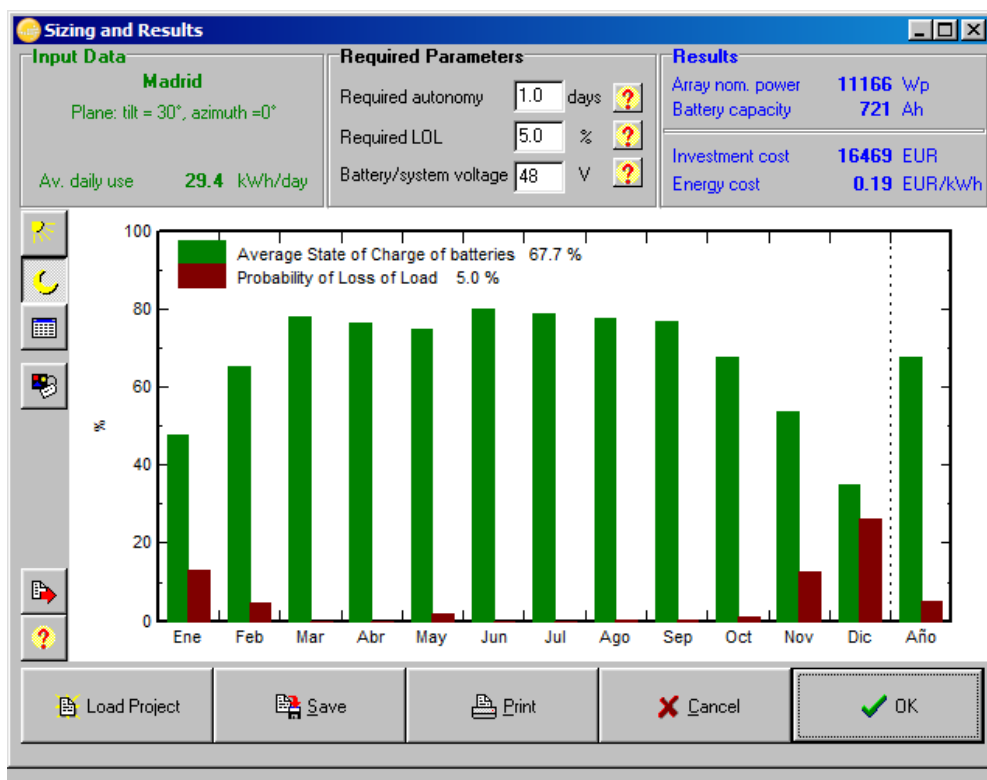


Figura 45. Gráfico del Estado Medio de la carga de la batería (verde) y pérdida de carga (rojo)

En los meses menos calurosos hay mayor pérdida de carga y por lo tanto las baterías están con menor capacidad media de carga.

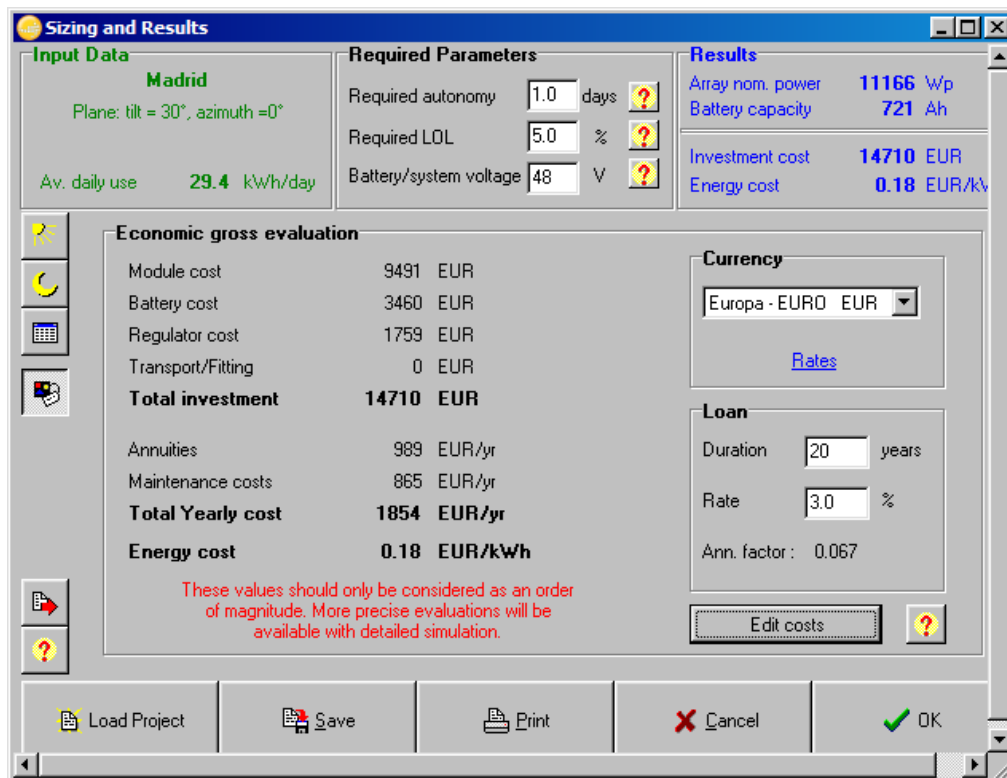


Figura 46. Evaluación económica del sistema aislado



Hay que tener en cuenta que los datos no son reales, puesto que no hemos especificado el precio de los modelos de los diferentes elementos que confieren el sistema por tanto da un valor que difiere de la realidad. No obstante de esta simulación obtenemos valores que no sirve para ver la magnitud económica que supone la construcción de un sistema aislado.

Los valores que se nos detallan en la simulación son los siguientes

<b>Coste de los Módulos</b>	9491 €
<b>Coste de las baterías</b>	3460€
<b>Coste de los reguladores</b>	1759€
<b>Inversión Total</b>	<b>14710€</b>
<b>Anualidades</b>	989€/año
<b>Coste de Mantenimiento</b>	865€/año
<b>Coste al año</b>	<b>1854€/año</b>
<b>Coste de la Energía</b>	<b>0.18€/Kwh</b>
<b>Duración del préstamo</b>	20 años
<b>Interés del préstamo</b>	3%

Analizando los valores económicos podemos vislumbrar que durante 20 años se amortiza la inversión. A partir de ahí dejaremos de pagar anualidades, por lo tanto el coste de la energía sería 0,082 €/Kwh.

Parámetros de interés dentro de 20 años

<b>Coste de la energía</b>	$865\text{€}/880,35 \cdot 12$	0,082 €/Kwh
<b>Coste anual</b>	Coste de Mantenimiento	865€
<b>Coste mensual</b>	$865\text{€}/12$	72,083€
<b>Beneficio anual</b>	$167,76\text{€} \cdot 12\text{€} - 865\text{€}$	1148,12€
<b>Beneficio mensual</b>	$167,76\text{€} - 72,083\text{€}$	95,677€
<b>Porcentaje de descuento</b>	$(1 - 72,083\text{€}/167,76\text{€}) \cdot 100$	57,03%

➤ Simulación simplificada de un sistema de conexión a red:

En este sistema encontramos diversas variantes que debemos especificar previamente, como se puede ver en la siguiente figura:

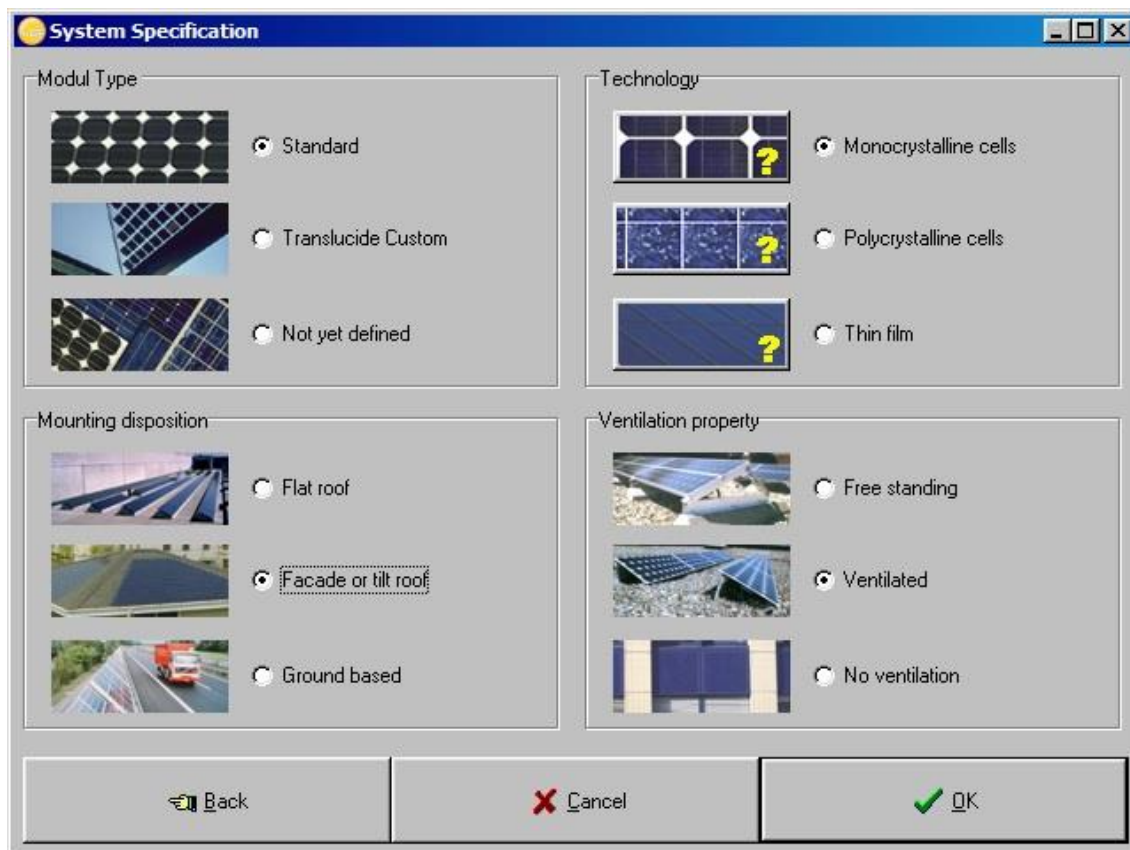


Figura 47. Especificaciones del sistema de conexión a red

En el primer cuadrante especificamos que queremos un módulo estándar. En el segundo la tecnología de las placas, esta tecnología se elige en función del color de las placas, así como de su tamaño, rendimiento y precio. En el tercer cuadrante elegimos la segunda opción, ya que en un edificio la parte descubierta es la fachada. En el último cuadrante elegimos la opción ventilada porque es lo más común.

El usuario sólo podrá elegir el segundo cuadrante para escoger la tecnología que más le convenga en función de los parámetros descritos en el párrafo anterior. Lo que pretendemos hacer en las siguientes simulaciones es ver cómo afecta las tecnologías en los aspectos técnicos y económicos de la instalación de forma esencial sin mucho detalle.

▪ *Análisis de un panel de tecnología monocristalina*

En esta simulación hemos considerado los siguientes parámetros:

<b>Producción Anual</b>	10,6 Mwh
<b>Coste del Módulo</b>	1,5€/wp
<b>Tecnología</b>	Monocristalina

En la simulación se calculan otros parámetros mostrados a continuación:

<b>Área</b>	45 m <sup>2</sup>
<b>Potencia nominal</b>	6,7Kw
<b>Inversión</b>	16959€
<b>Precio de la energía</b>	0,19 €/Kwh

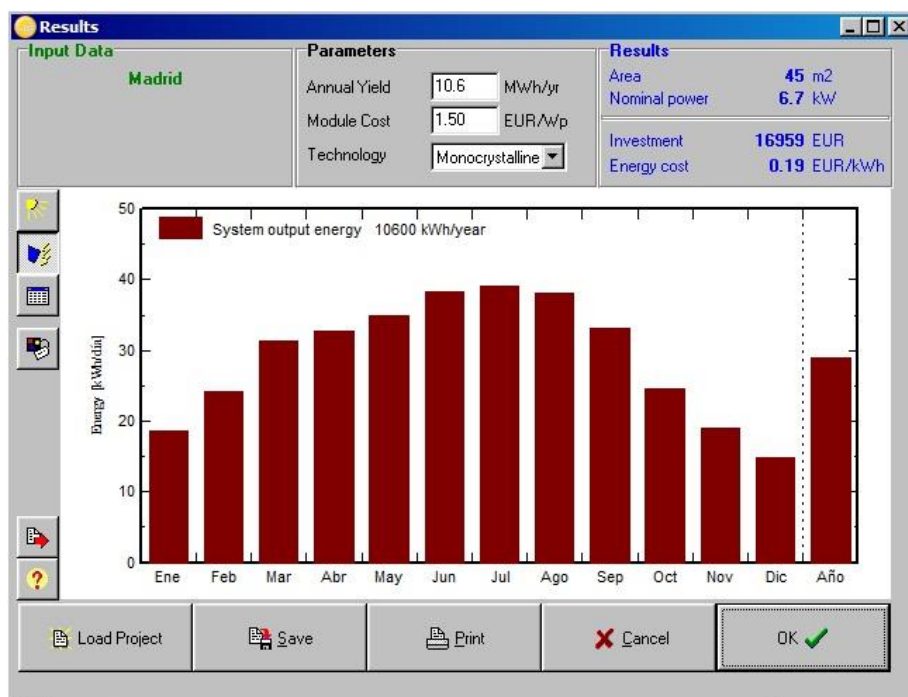


Figura 48. Energía de salida del sistema monocristalino

La energía que produce el sistema en cada mes es mayor en los meses de verano. Esto es obvio ya que son los meses con mayor radiación solar del año. En el eje de ordenadas aparecen los Kwh en un día. La media al día son aproximadamente 30 Kwh.

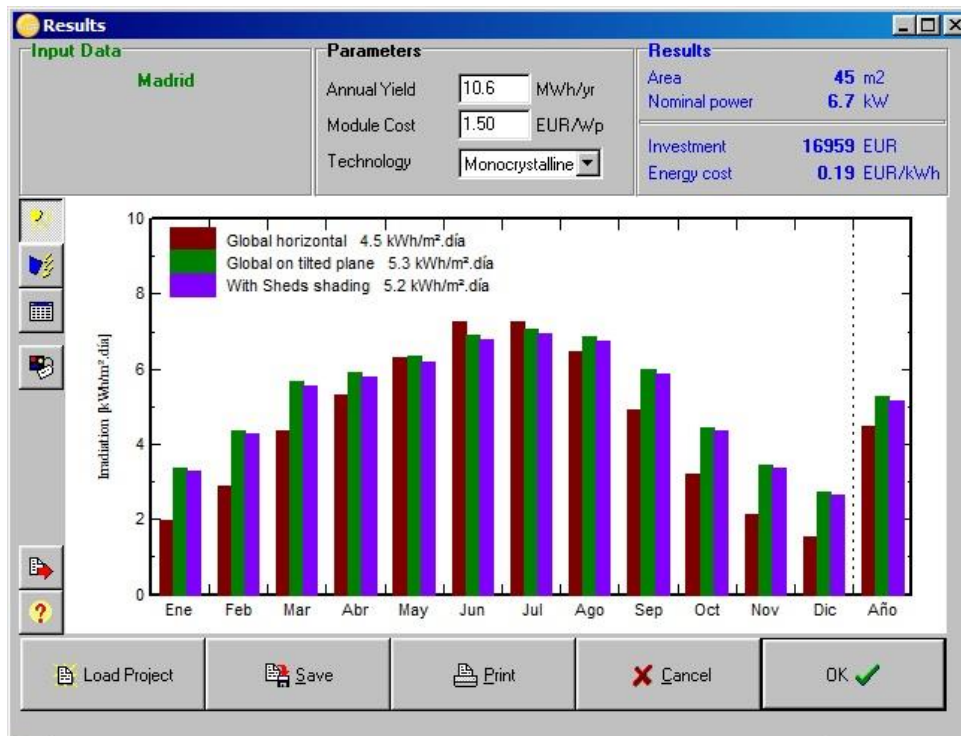
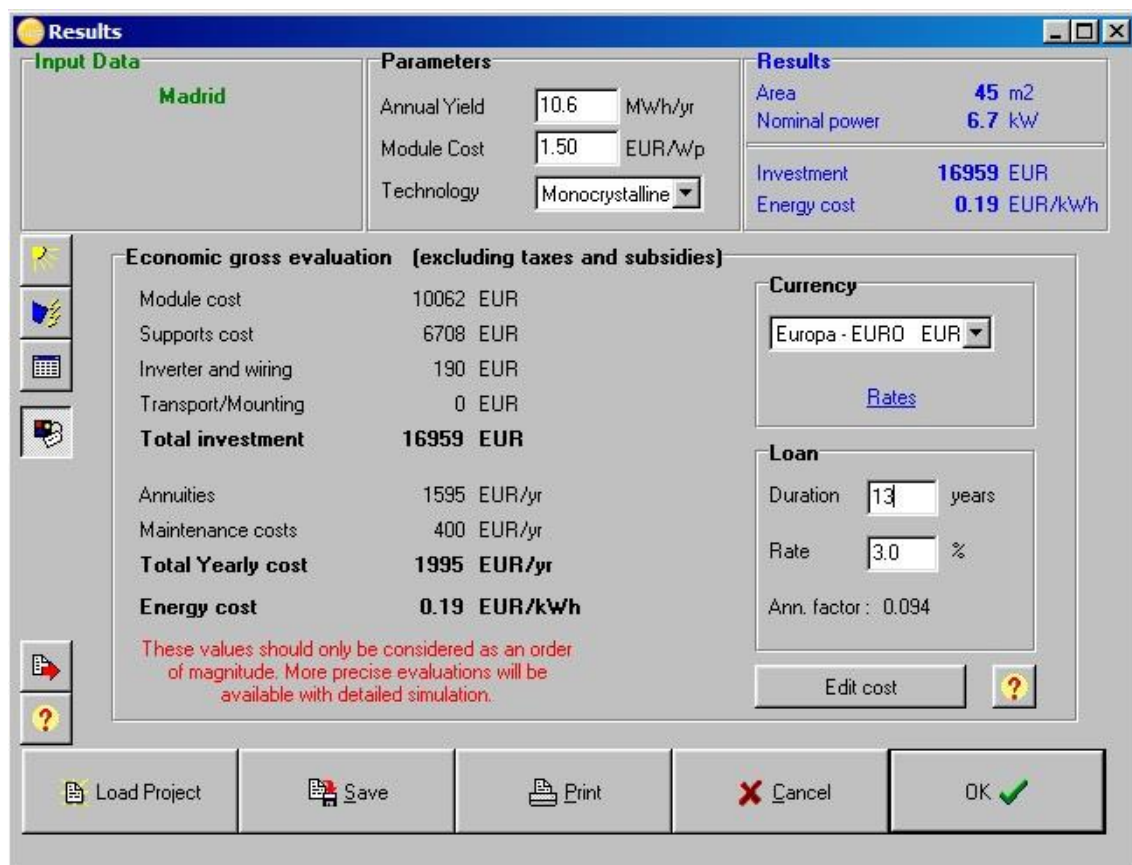


Figura 49. Gráfico de irradiancias del sistema monocristalino

Este gráfico ilustra los Kwh que produce la irradiación solar en un metro cuadrado al día. Hay tres gráficos diferentes, el rojo la radiación solar horizontal global, el verde la radiación en un plano inclinado, el morado se refiere a las zonas con franjas sombreadas.

Al igual que pasaba con el anterior gráfico en verano se produce mayor energía procedente del sol. Hay que destacar que las zonas sombreadas y las que están en planos inclinados obtienen más energía por metro cuadrado que la que está en horizontal.

La forma de este gráfico es muy similar a la anterior, ya que la variable física es muy parecida, mientras que en el anterior gráfico era la forma en la que se presenta la energía de salida en el sistema, en este la energía que se muestra es la de entrada medida a partir de la irradiancia.



**Results**

**Input Data**  
**Madrid**

**Parameters**  
 Annual Yield: 10.6 MWh/yr  
 Module Cost: 1.50 EUR/Wp  
 Technology: Monocrystalline

**Results**  
 Area: 45 m2  
 Nominal power: 6.7 kW  
 Investment: 16959 EUR  
 Energy cost: 0.19 EUR/kWh

**Economic gross evaluation (excluding taxes and subsidies)**

Module cost	10062 EUR
Supports cost	6708 EUR
Inverter and wiring	190 EUR
Transport/Mounting	0 EUR
<b>Total investment</b>	<b>16959 EUR</b>
Annuitities	1595 EUR/yr
Maintenance costs	400 EUR/yr
<b>Total Yearly cost</b>	<b>1995 EUR/yr</b>
<b>Energy cost</b>	<b>0.19 EUR/kWh</b>

These values should only be considered as an order of magnitude. More precise evaluations will be available with detailed simulation.

**Currency**  
 Europa - EURO EUR

**Loan**  
 Duration: 13 years  
 Rate: 3.0 %  
 Ann. factor: 0.094

[Rates](#)

[Edit cost](#)

**Buttons:** Load Project, Save, Print, Cancel, OK

**Figura 50. Evaluación económica del sistema monocristalino**

Esta simulación no es del todo precisa, al igual que pasaba con el sistema aislado del anterior apartado, pero nos da una ligera idea de la magnitud de sus parámetros.

Los valores que se nos detallan en la simulación son los siguientes

<b>Coste de los Módulos</b>	10062
<b>Coste de los soportes</b>	6708€
<b>Coste de los inversores</b>	190€
<b>Inversión Total</b>	16959€
<b>Anualidades</b>	1595€/año



Coste de Mantenimiento	400€/año
Coste al año	1995€/año
Coste de la Energía	0.19€/Kwh
Duración del préstamo	13 años
Interés del préstamo	3%

▪ *Análisis de un panel de tecnología policristalina*

En esta simulación hemos considerado los siguientes parámetros:

Producción Anual	10,6 Mwh
Coste del Módulo	1,5€/wp
Tecnología	Policristalina

En la simulación se calculan otros parámetros mostrados a continuación:

Área	52 m <sup>2</sup>
Potencia nominal	6,7Kw
Inversión	17991€
Precio de la energía	0,19 €/Kwh

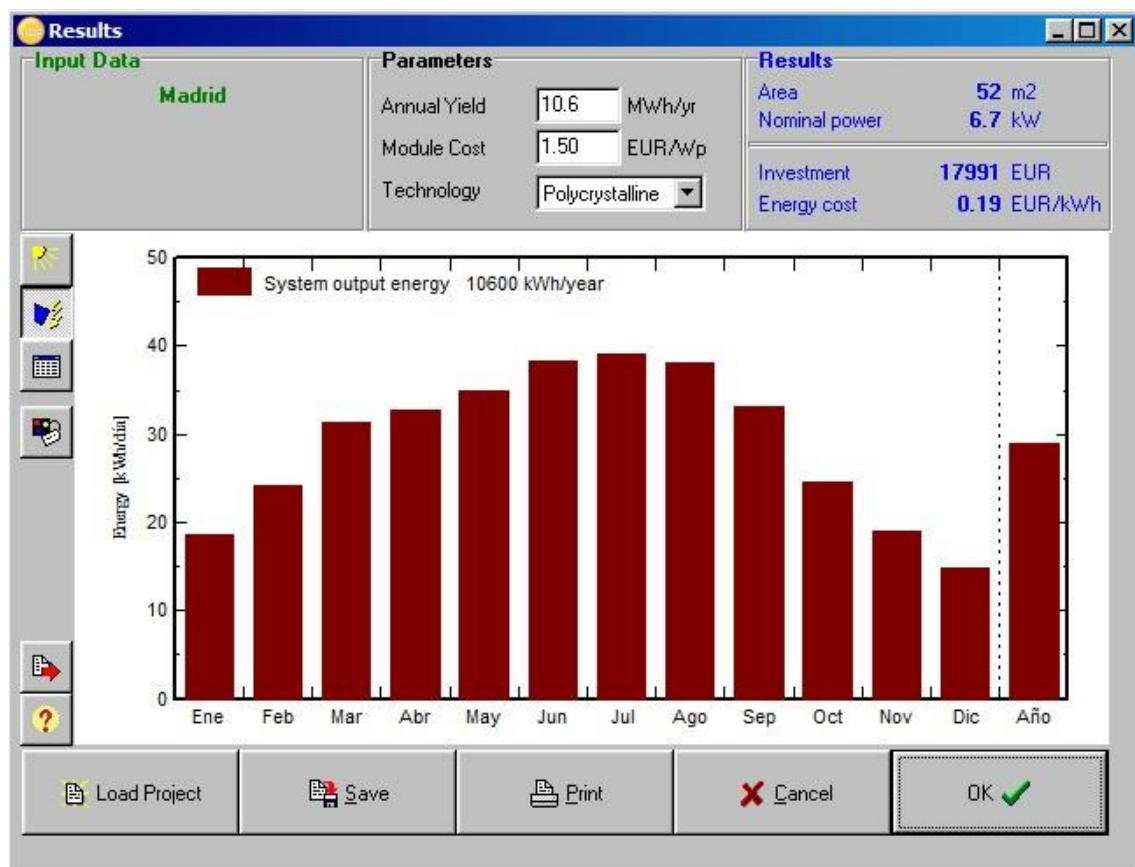


Figura 51. Energía del salida del sistema policristalino

Al igual que pasaba en la tecnología monocristalina la energía que produce el sistema en cada mes es mayor en los meses de verano. Esto es obvio ya que son los meses con mayor radiación solar del año. En el eje de ordenadas aparecen los Kwh en un día. La media al día son aproximadamente 30 Kwh.

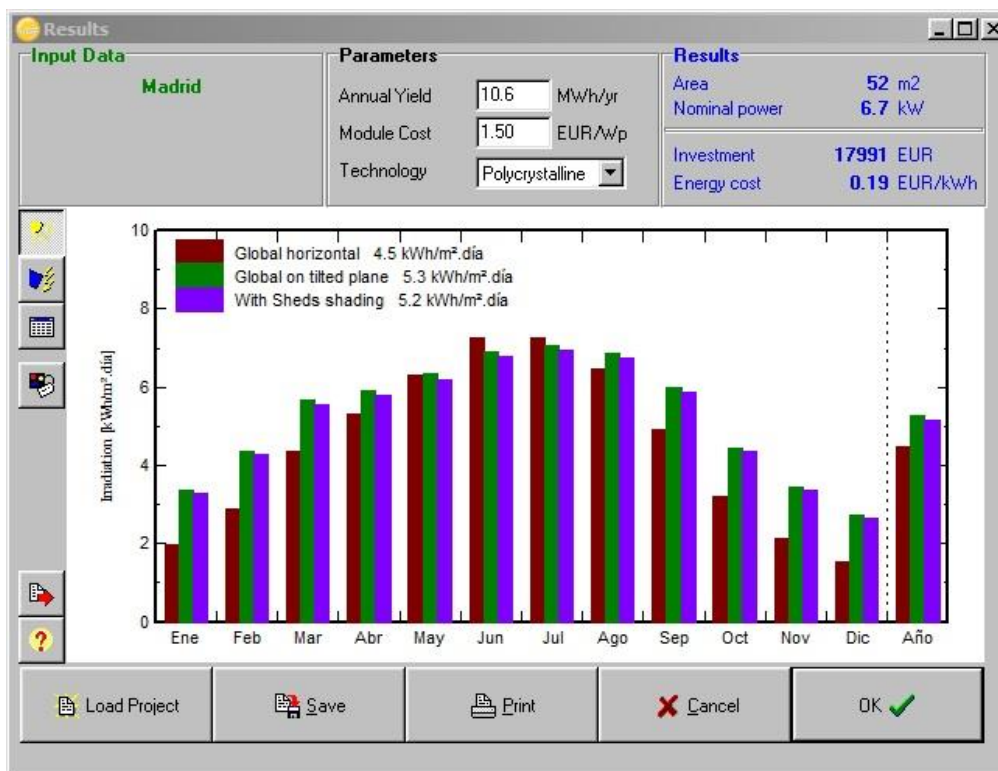


Figura 52. Gráfico de irradiancias del sistema policristalino

En esta gráfica ocurre lo mismo que en la monocristalina del anterior apartado

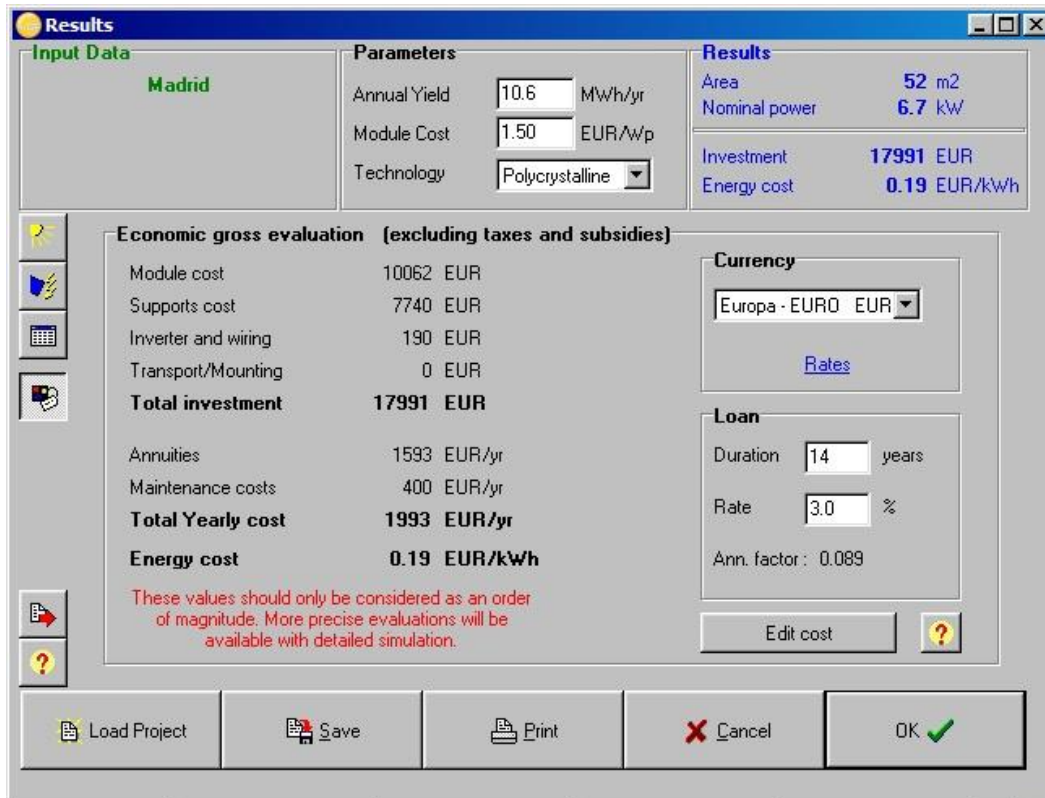


Figura 53. Evaluación económica del sistema policristalino



Los valores que se nos detallan en la simulación son ligeramente diferentes a la anterior tecnología:

<b>Coste de los Módulos</b>	10062
<b>Coste de los soportes</b>	7740€
<b>Coste de los inversores</b>	190€
<b>Inversión Total</b>	16959€
<b>Anualidades</b>	1593€/año
<b>Coste de Mantenimiento</b>	400€/año
<b>Coste al año</b>	1993€/año
<b>Coste de la Energía</b>	0.19€/Kwh
<b>Duración del préstamo</b>	14 años
<b>Interés del préstamo</b>	3%

- *Análisis de un panel de tecnología de lámina fina*

En esta simulación hemos considerado los siguientes parámetros:

<b>Producción Anual</b>	10,6 Mwh
<b>Coste del Módulo</b>	1,5€/wp
<b>Tecnología</b>	Lamina fina

En la simulación se calculan otros parámetros mostrados a continuación:

<b>Área</b>	84 m <sup>2</sup>
<b>Potencia nominal</b>	6,7Kw
<b>Inversión</b>	22828€
<b>Precio de la energía</b>	0,19 €/Kwh

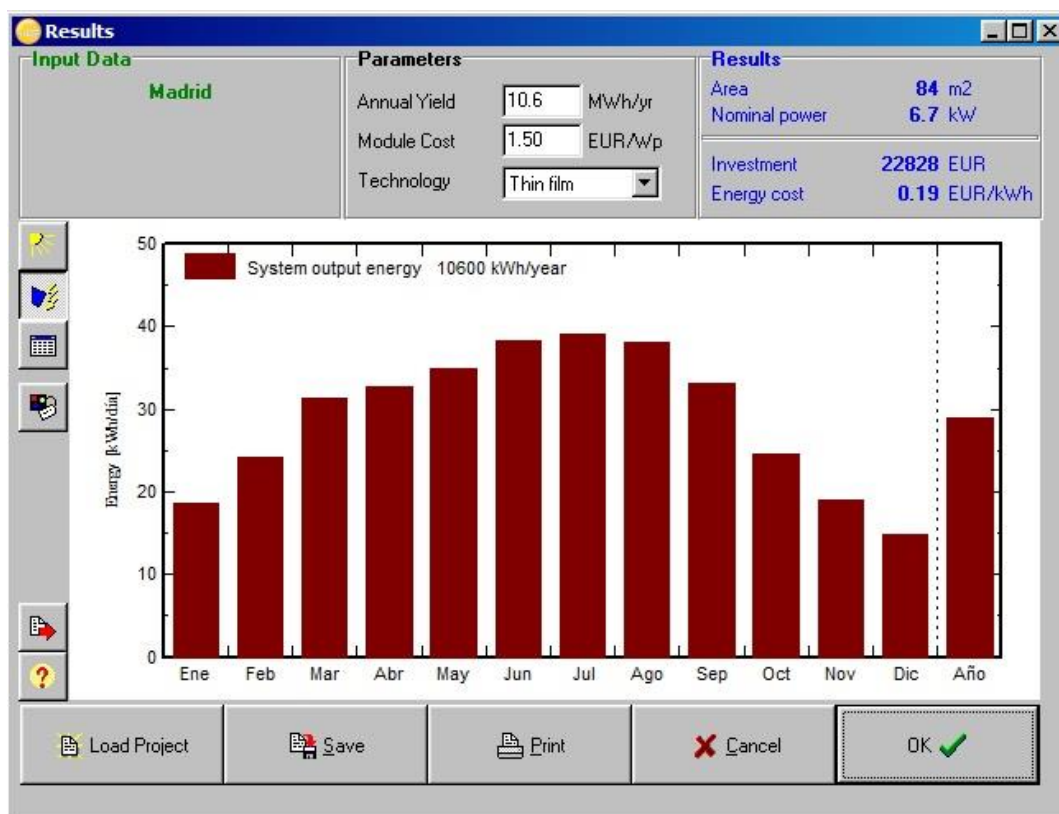


Figura 54. Energía de salida del sistema de lámina fina

En esta gráfica ocurre lo mismo que en las anteriores tecnologías.

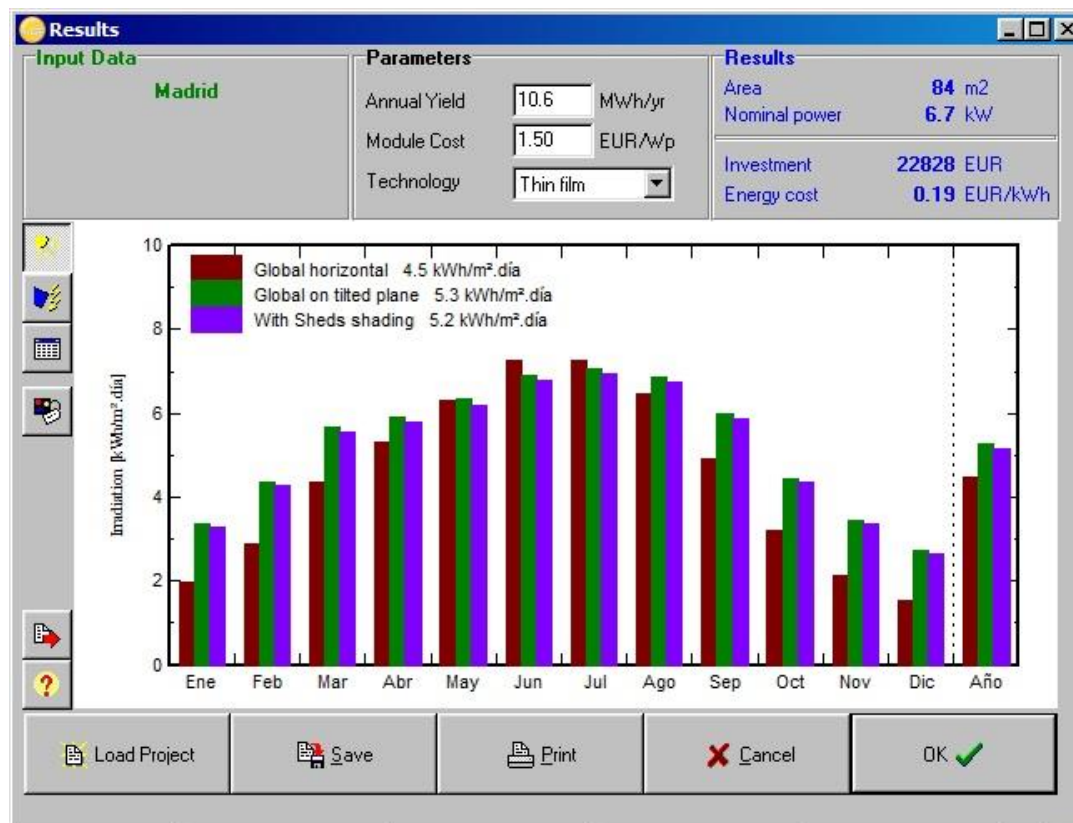
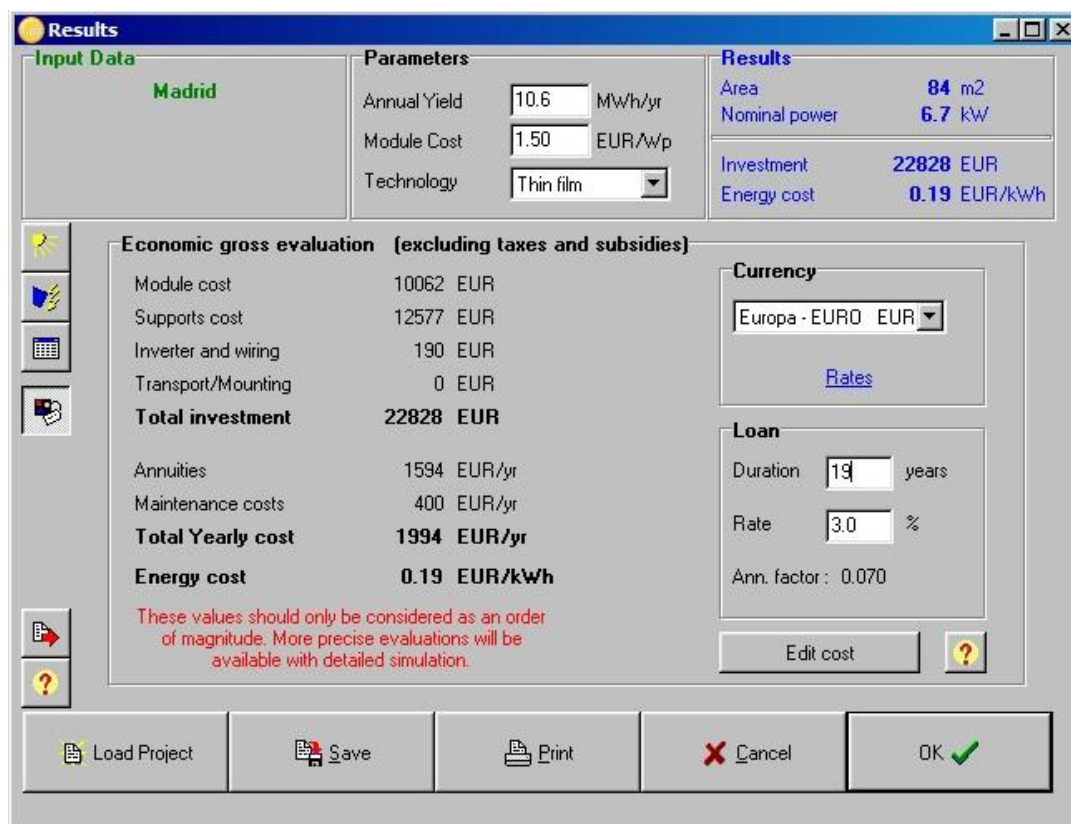


Figura 55. Gráfico de irradiancias del sistema de lámina fina

En esta gráfica ocurre exactamente lo mismo que en la anterior.



**Results**

**Input Data**  
Madrid

**Parameters**  
Annual Yield: 10.6 MWh/yr  
Module Cost: 1.50 EUR/wp  
Technology: Thin film

**Results**  
Area: 84 m<sup>2</sup>  
Nominal power: 6.7 kW  
Investment: 22828 EUR  
Energy cost: 0.19 EUR/kWh

**Economic gross evaluation (excluding taxes and subsidies)**

Module cost	10062 EUR
Supports cost	12577 EUR
Inverter and wiring	190 EUR
Transport/Mounting	0 EUR
<b>Total investment</b>	<b>22828 EUR</b>
Annuities	1594 EUR/yr
Maintenance costs	400 EUR/yr
<b>Total Yearly cost</b>	<b>1994 EUR/yr</b>
<b>Energy cost</b>	<b>0.19 EUR/kWh</b>

These values should only be considered as an order of magnitude. More precise evaluations will be available with detailed simulation.

**Currency**  
Europa - EURO EUR

**Loan**  
Duration: 19 years  
Rate: 3.0 %  
Ann. factor: 0.070

Buttons: Load Project, Save, Print, Cancel, OK

Figura 56. Evaluación económica del sistema de lámina fina

Los valores que se nos detallan en la simulación son ligeramente diferentes a las anteriores tecnologías:

Coste de los Módulos	10062
Coste de los soportes	12577€
Coste de los inversores	190€
<b>Inversión Total</b>	<b>22828€</b>
Anualidades	1594€/año
Coste de Mantenimiento	400€/año
<b>Coste al año</b>	<b>1994€/año</b>
<b>Coste de la Energía</b>	<b>0.19€/Kwh</b>
Duración del préstamo	19 años
Interés del préstamo	3%

## 9.2 Simulaciones detalladas con PVsyst

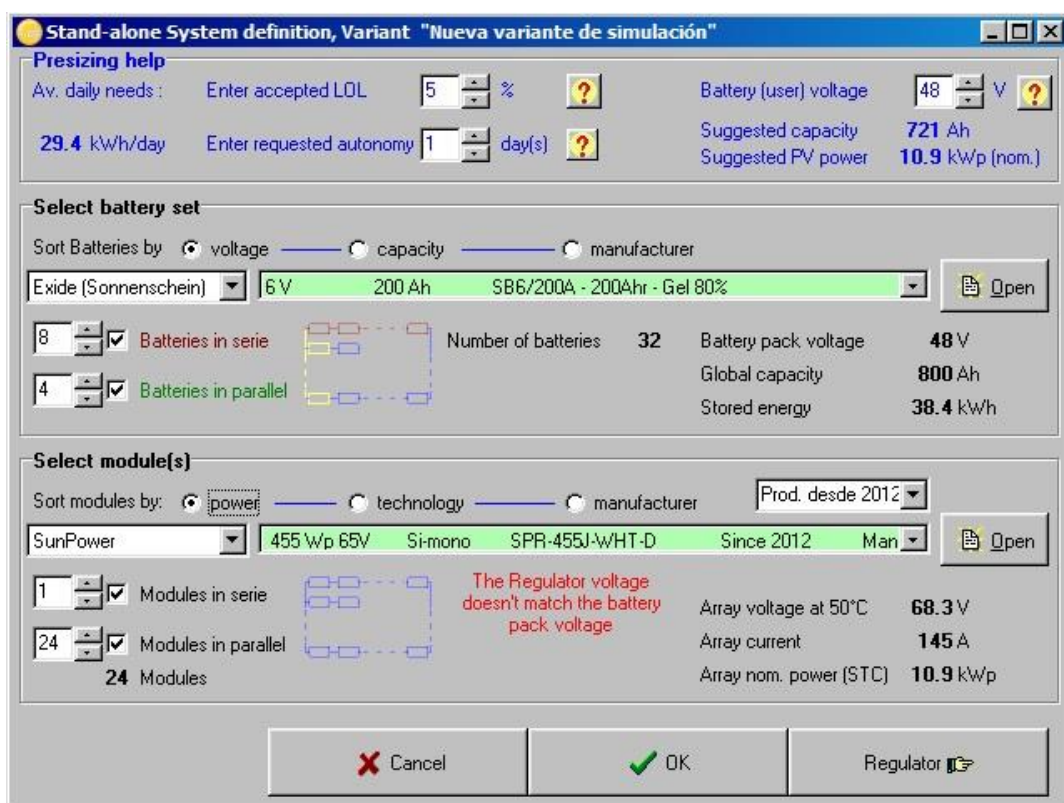
### ➤ Simulación detallada de un sistema aislado:

En esta simulación hemos considerado los siguientes parámetros:

<b>Autonomía</b>	1 día
<b>Auto-descarga</b>	5%
<b>Tensión en las baterías</b>	48 V

En la simulación se calculan unos parámetros que son sugeridos:

<b>Potencia pico generados del panel solar</b>	10,9 Kwp
<b>Capacidad del banco de baterías</b>	721 Ah
<b>Energía necesaria en un día</b>	29,4 Kwh



**Stand-alone System definition, Variant "Nueva variante de simulación"**

**Presizing help**

Av. daily needs : Enter accepted LOL 5 % ? Battery (user) voltage 48 V ?

29.4 kWh/day Enter requested autonomy 1 day(s) ? Suggested capacity 721 Ah

Suggested PV power 10.9 kWp (nom.)

**Select battery set**

Sort Batteries by: ☒ voltage ☐ capacity ☐ manufacturer

Exide (Sonnenschein) 6 V 200 Ah SB6/200A - 200Ahr - Gel 80% Open

8 Batteries in serie Number of batteries 32 Battery pack voltage 48 V

4 Batteries in parallel Global capacity 800 Ah

Stored energy 38.4 kWh

**Select module(s)**

Sort modules by: ☒ power ☐ technology ☐ manufacturer Prod. desde 2012

SunPower 455 Wp 65V Si-mono SPR-455J-WHT-D Since 2012 Man Open

1 Modules in serie The Regulator voltage doesn't match the battery pack voltage

24 Modules in parallel Array voltage at 50°C 68.3 V

24 Modules Array current 145 A

Array nom. power (STC) 10.9 kWp

Cancel OK Regulator

Figura 57. Configuración de las baterías y los paneles

Batería	
<b>Marca</b>	Exide
<b>Modelo</b>	SB6/200A - 200Ahr - Gel 80%
<b>Voltaje</b>	6 V
<b>Capacidad</b>	200 Ah
Sistema de Baterías	
<b>Baterías en serie</b>	8
<b>Baterías en paralelo</b>	4



Número total de baterías	32
Voltaje	48V
Capacidad	800Ah
Energía almacenada	38,4Kwh

Panel Solar	
Marca	SunPower
Modelo	SPR-455J-WHT-D
Potencia	455Wp
Tecnología	Monocrystalina
Sistema de Paneles solares	
Paneles en serie	1
Paneles en paralelo	24
Número total de paneles	24
Voltaje	68,3V
Corriente	145 A
Potencia	10,9 Kwp

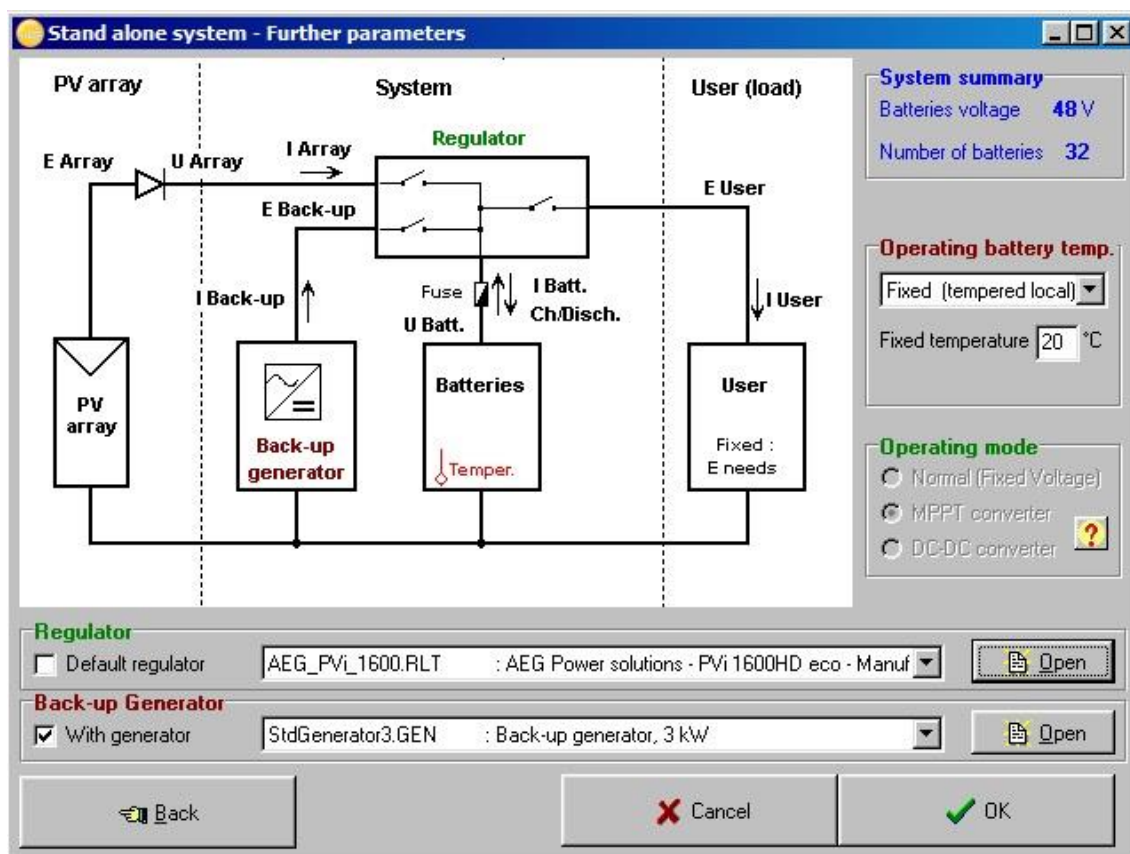


Figura 58. Regulador, Generador de reserva y esquema del sistema aislado



El regulador de carga hemos cogido uno estándar.

El Generador de Reserva o Generador Auxiliar no está especificado en la simulación, pero podemos coger uno Diesel como ya mencionamos en los elementos del sistema del epígrafe 4 del Proyecto.

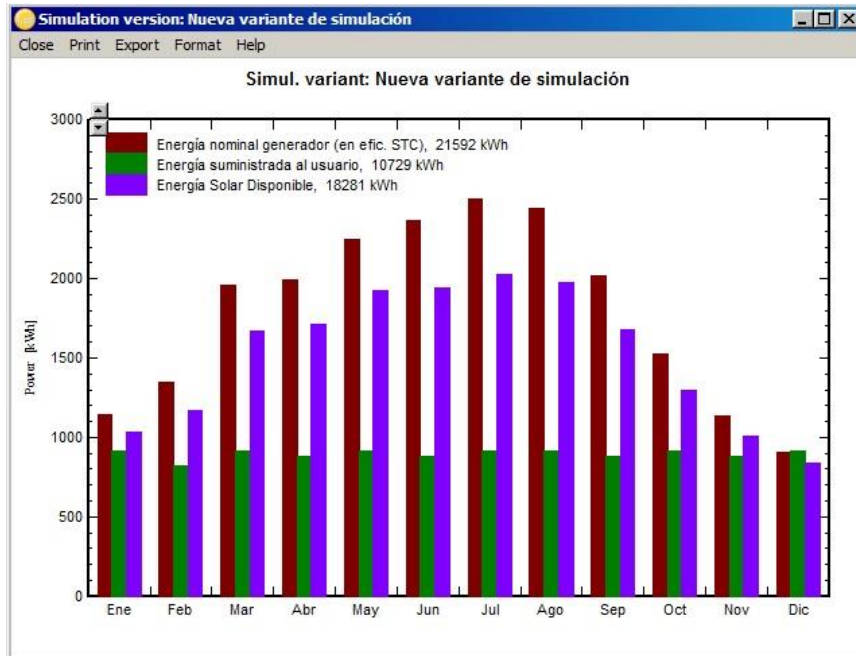


Figura 59. Gráfico de las Energías

La energía suministrada al usuario se mantiene aproximadamente en el mismo valor, mientras que la Energía Solar Disponible y la Energía nominal varían notoriamente en los meses más cálidos.

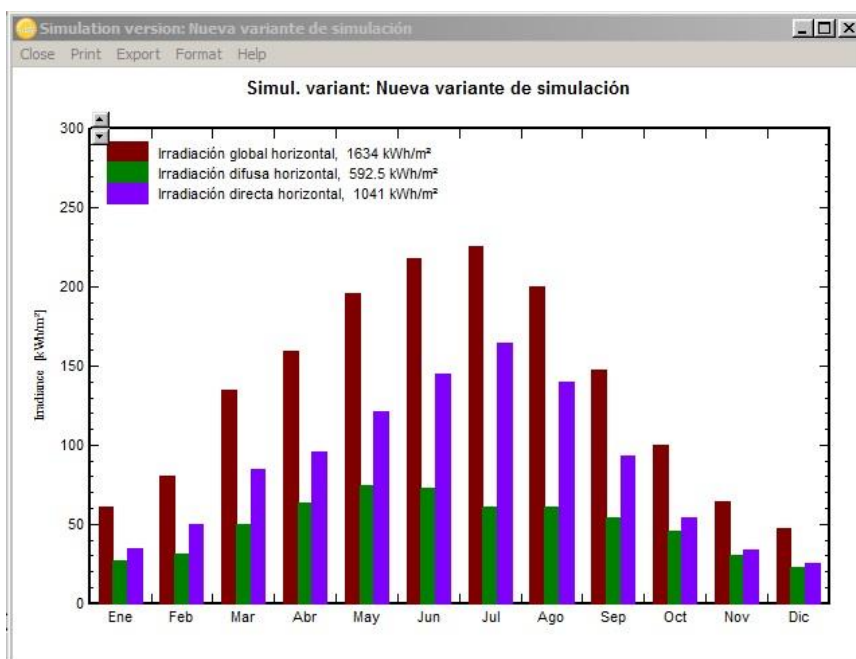


Figura 60. Gráfico de las irradiaciones

Irradiación global horizontal = irradiación difusa horizontal + Irradiación directa horizontal.

Todas ellas varían con los meses más cálidos.

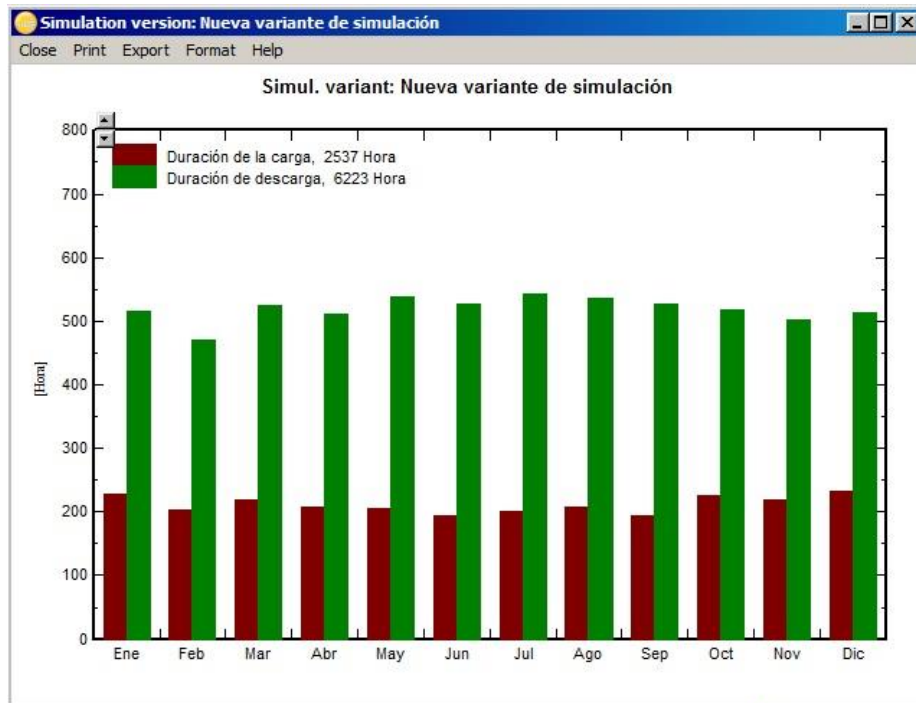


Figura 61. Duración de la carga y de la descarga

La descarga dura casi el triple que la carga a lo largo del año.

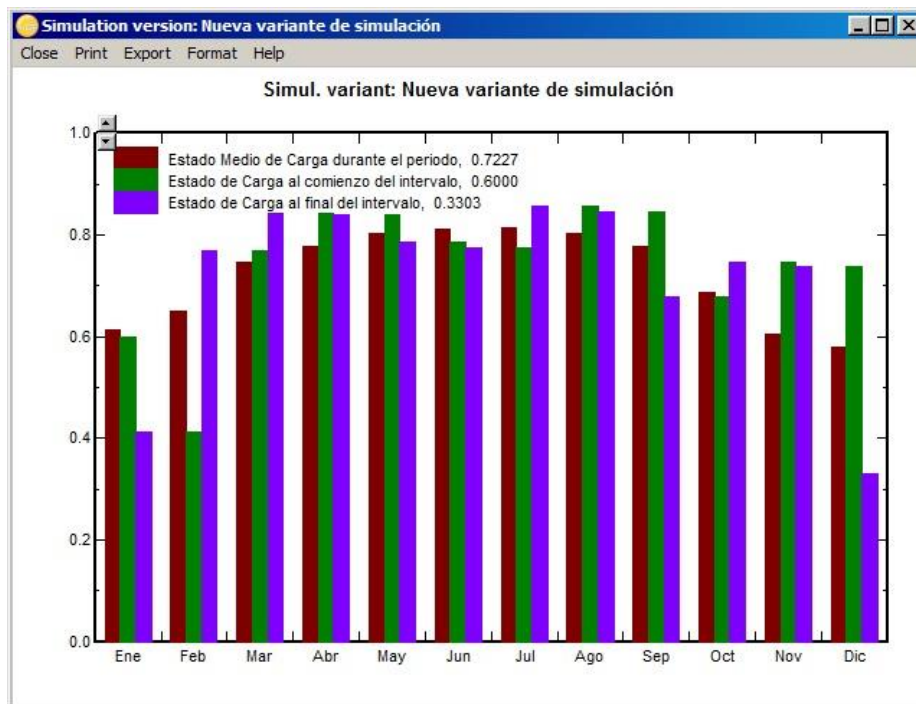


Figura 62. Estado de la carga

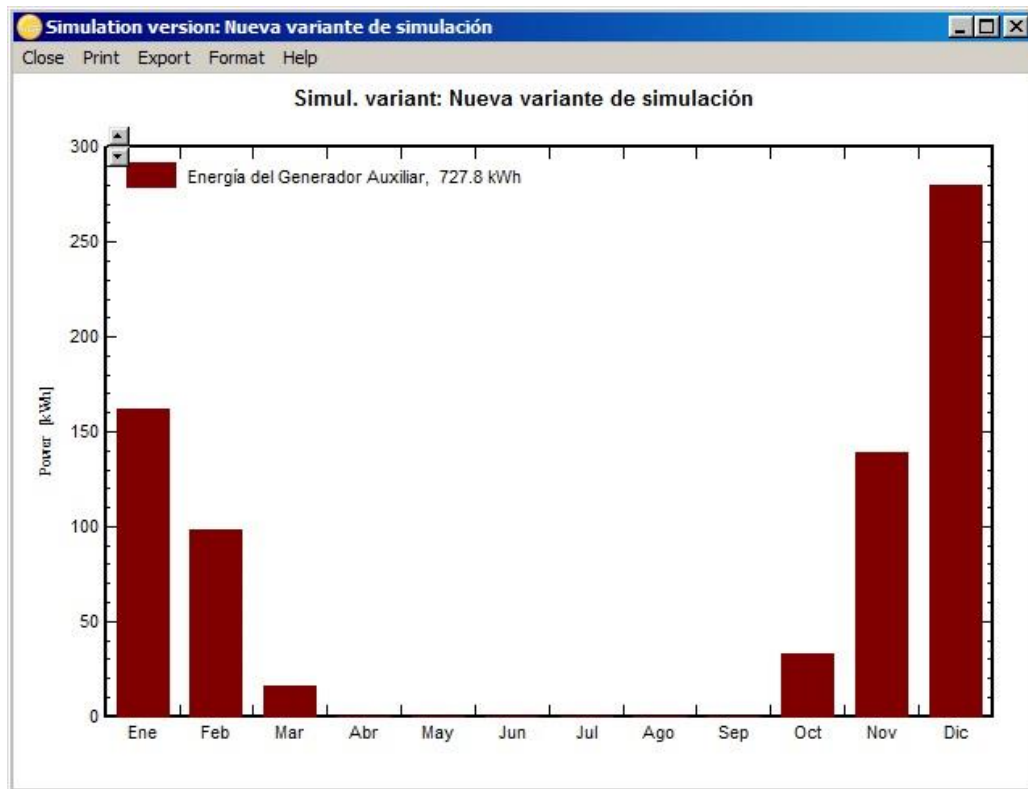


Figura 63. Energía proporcionada por el Generador Auxiliar

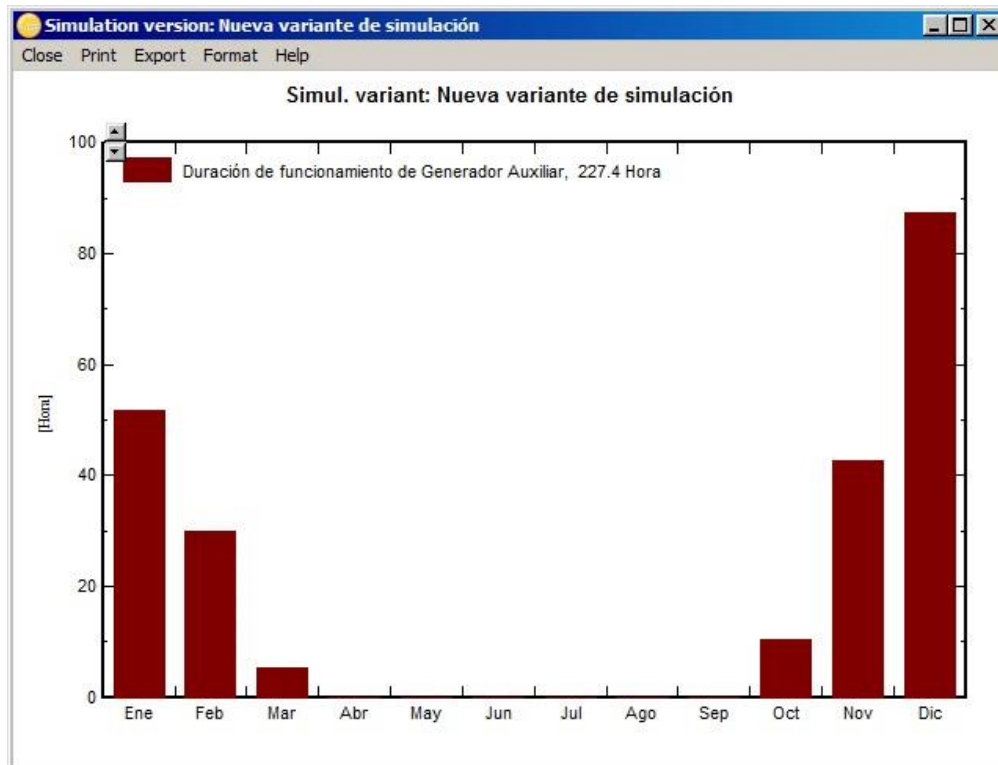
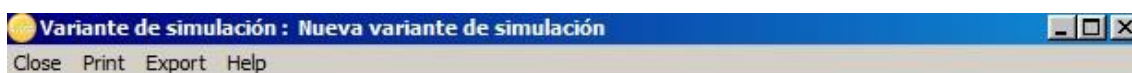


Figura 64. Duración del funcionamiento del Generador Auxiliar

En los meses más fríos necesitamos del Generador Auxiliar para compensar la falta de energía solar y de las baterías.



**Nueva variante de simulación**

**Customised table**

	<b>GlobHor</b> kWh/m²	<b>T Amb</b> °C	<b>WindVel</b> m/s	<b>E Avail</b> kWh	<b>E User</b> kWh	<b>E BkUp</b> kWh	<b>T BkUp</b> Hora
<b>Enero</b>	61.0	6.55	2.8	1031	911.5	162.0	52
<b>Febrero</b>	80.6	8.05	2.7	1165	823.2	98.3	30
<b>Marzo</b>	134.7	11.66	3.0	1666	911.0	15.5	5
<b>Abril</b>	159.1	13.50	3.6	1713	882.0	0.0	0
<b>Mayo</b>	195.7	17.57	3.0	1925	910.7	0.0	0
<b>Junio</b>	218.2	24.44	3.2	1945	881.4	0.0	0
<b>Julio</b>	225.4	26.47	3.2	2029	911.0	0.0	0
<b>Agosto</b>	200.1	26.14	3.0	1972	911.4	0.0	0
<b>Septiembre</b>	147.6	21.37	2.9	1682	881.7	0.0	0
<b>Octubre</b>	99.7	15.53	2.9	1300	911.2	33.0	10
<b>Noviembre</b>	64.1	9.30	2.8	1012	882.3	139.2	43
<b>Diciembre</b>	47.6	6.48	2.6	841	911.9	279.9	87
<b>Año</b>	1633.8	15.63	3.0	18281	10729.3	727.8	227

Irradiación global horizontal

Temperatura Ambiente

Velocidad del viento

Energía Solar Disponible

Energía suministrada al usuario

Energía del Generador Auxiliar

Duración de funcionamiento de Generador Auxiliar

**Figura 65. Tabla de parámetros de interés**

<b>Leyenda</b>	
<b>GlobHor</b>	Irradiación global horizontal
<b>T Amb</b>	Temperatura Ambiente
<b>WindVel</b>	Velocidad del viento
<b>E Avail</b>	Energía solar disponible
<b>E User</b>	Energía suministrada al usuario
<b>E BkUp</b>	Energía del Generador auxiliar
<b>T BkUp</b>	Duración de funcionamiento de Generador Auxiliar



Informe muy detallado proporcionado por PVSyst del sistema aislado

PVSYST V6.12

12/12/13

Página 1/4

Sistema Aislado: Parámetros de la simulación

Proyecto : Proyecto Aislado at Madrid

Lugar geográfico

Ubicación

Hora definido como

Datos climatológicos:

Madrid

Latitud

Hora Legal

Albedo

Madrid

40.5°N

Huso hor. UT+1

0.20

Síntesis - Meteonorm 6.1

País

Longitud

Altitud

España

3.7°W

665 m

Variante de simulación : Nueva variante de simulación

Fecha de simulación

12/12/13 16h41

Parámetros de la simulación

Orientación Plano Receptor

Modelos empleados

Características generador FV

Módulo FV

Número de módulos FV

N° total de módulos FV

Potencia global generador

Caract. funcionamiento del generador (50°C)

Superficie total

Factores de pérdida Generador FV

Factor de pérdidas térmicas

Pérdida Óhmica en el Cableado

Pérdida Calidad Módulo

Pérdidas Mismatch Módulos

Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE

Parámetro del Sistema

Batería

Características del banco de baterías

Regulador

Convertidor

Umbral de Regulación Baterías

Generador auxiliar

Necesidades de los usuarios :

Inclinación

Transposición

Si-mono

Modelo

Fabricante

En serie

N° módulos

Nominal (STC)

V mpp

Superficie módulos

Uc (const)

Res. global generador

IAM =

Tipo de sistema

Modelo

Fabricante

Tensión

N° de unidades

Temperatura

Modelo

Tecnología

Eficiencias Máx. y EURO

Carga

Comando de Generador Auxiliar

Modelo

Fabricante

Potencia

Cons. domésticos diarios

media

30°

Perez

SPR-455J-WHT-D

SunPower

1 módulos

26

11.83 kWp

68 V

56.2 m²

29.0 W/m²K

7.3 mOhm

1 - bo (1/cos i - 1)

Sistema Aislado con generador auxiliar

SB6/200A - 200Ahr - Gel 80%

Exide (Sonnenschein)

48 V

8 en serie x 4 en paralelo

Fijo (20°C)

Generic Default with MPPT converter

MPPT converter

93.5/92.5 %

54.0/52.3 V

47.3/51.6 V

3 kW

Back-up generator

3 kW

Constante durante el año

29.4 kWh/Día

Acimut

Difuso

En paralelo

Pnom unitaria

En cond. funciona.

I mpp

Superf. célula

Uv (viento)

Fracción de Pérdidas

Fracción de Pérdidas

Parám. bo

Coef. temp.

Descarga

0°

Measured

26 cadenas

455 Wp

10.74 kWp (50°C)

157 A

51.0 m²

0.0 W/m²K / m/s

1.5 % en STC

-1.3 %

1.0 % en MPP

0.05

-5.0 mV/°C/elem.

47.0/50.4 V

PVSYST EVALUATION MODE

Traducción sin garantía. Solo el texto inglés está garantizado.

PVsynt Evaluation mode

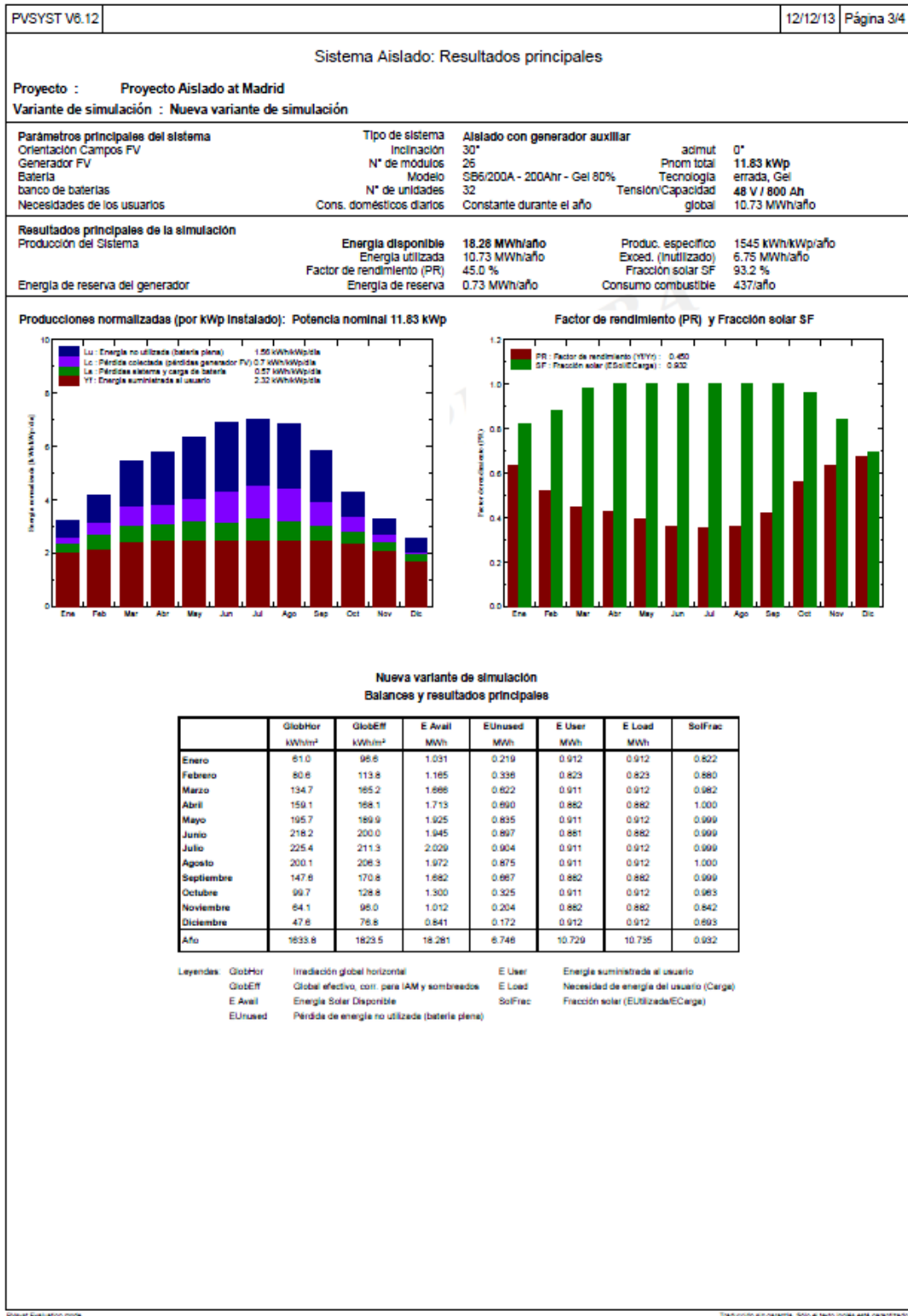
Traducción sin garantía. Solo el texto inglés está garantizado.



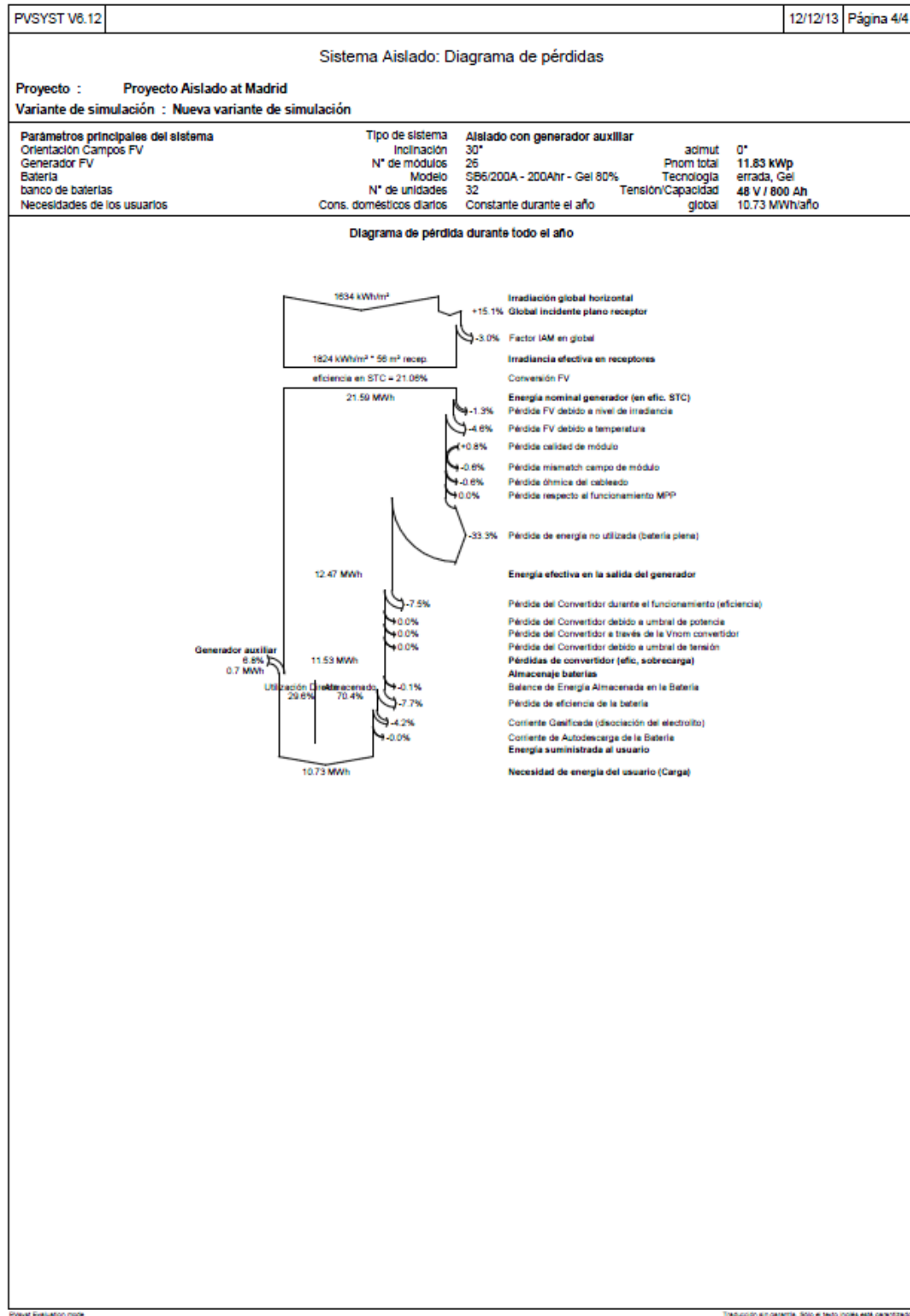
PVSYST V6.12		12/12/13	Página 2/4
Sistema Aislado: Necesidades detalladas del usuario			
Proyecto :      Proyecto Aislado at Madrid Variante de simulación : Nueva variante de simulación			
<b>Parámetros principales del sistema</b> Orientación Campos FV Generador FV Batería banco de baterías Necesidades de los usuarios	Tipo de sistema Inclinação N° de módulos Modelo N° de unidades Cons. domésticos diarios	Aislado con generador auxiliar 30° 26 SB5/200A - 200Ahr - Gel 80% Constante durante el año	admu 0° Pnom total 11.83 kWp Tecnología errada, Gel 48 V / 800 Ah Tensión/Capacidad global 10.73 MWh/año
Cons. domésticos diarios, Constante durante el año, media = 29.4 kWh/día			
Valores anuales			
	Número	Potencia	Utilización
Otras utilizaciones	1	6684 W total	4 h/día
Energía total diaria			29410 Wh/día

Project Evaluation mode

Traducción en garantía, sólo el texto original está garantizado.







## ➤ Simulación detallada de un sistema de conexión a red:

En esta simulación hemos considerado los siguientes parámetros:

<b>Potencia deseada</b>	6,8 Kwp
<b>Energía consumida por el consumidor</b>	880,35 Kwh/mes
<b>Tecnología</b>	Monocrystalina

Nota: sólo analizaremos el sistema de tecnología cristalina

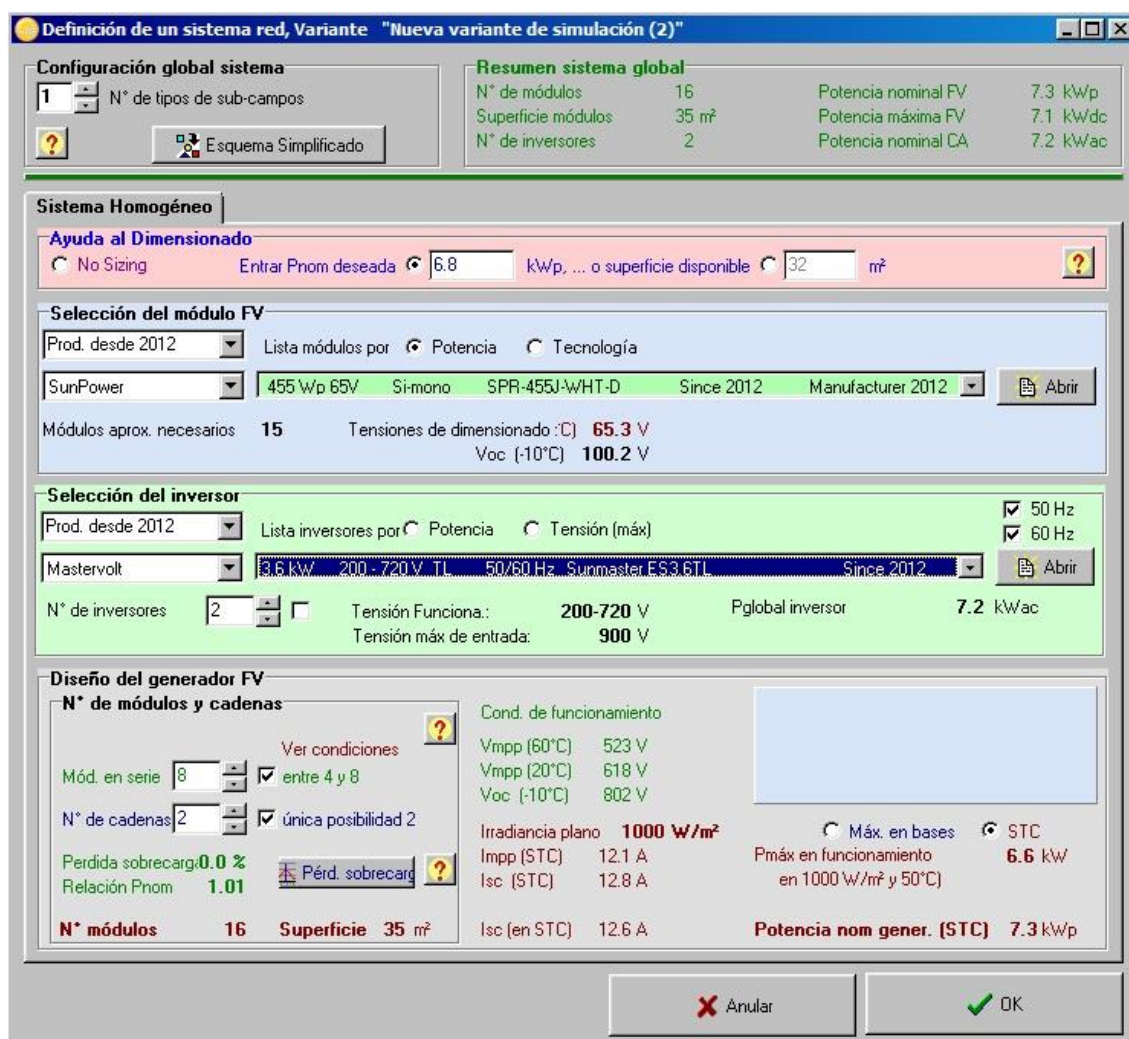


Figura 66. Configuración de los Paneles e Inversor

Panel Solar	
<b>Marca</b>	SunPower
<b>Modelo</b>	SPR-455J-WHT-D
<b>Potencia</b>	455Wp
<b>Tecnología</b>	Monocrystalina

Sistema de Paneles solares	
Número de módulos en serie	8
Número de cadenas	2
Número total de paneles	16
Tensiones del dimensionado	65,3V
Voc (-10°C)	100,2V
Superficie	35 m <sup>2</sup>

Inversor	
Marca	Mastervolt
Modelo	Sunmaster ES3.6TL
Potencia	3,6Kw
Rango de tensiones	200-720V
Sistema de Inversores	
Número total de inversores	2
Rango de tensiones	200-720V
Tensión máxima de entrada	900V
Potencia Global Inversor	7,2Kwac

Condiciones de funcionamiento	
Irradiancia plano	1000W/ m <sup>2</sup>
Potencia en funcionamiento	6,6 Kw

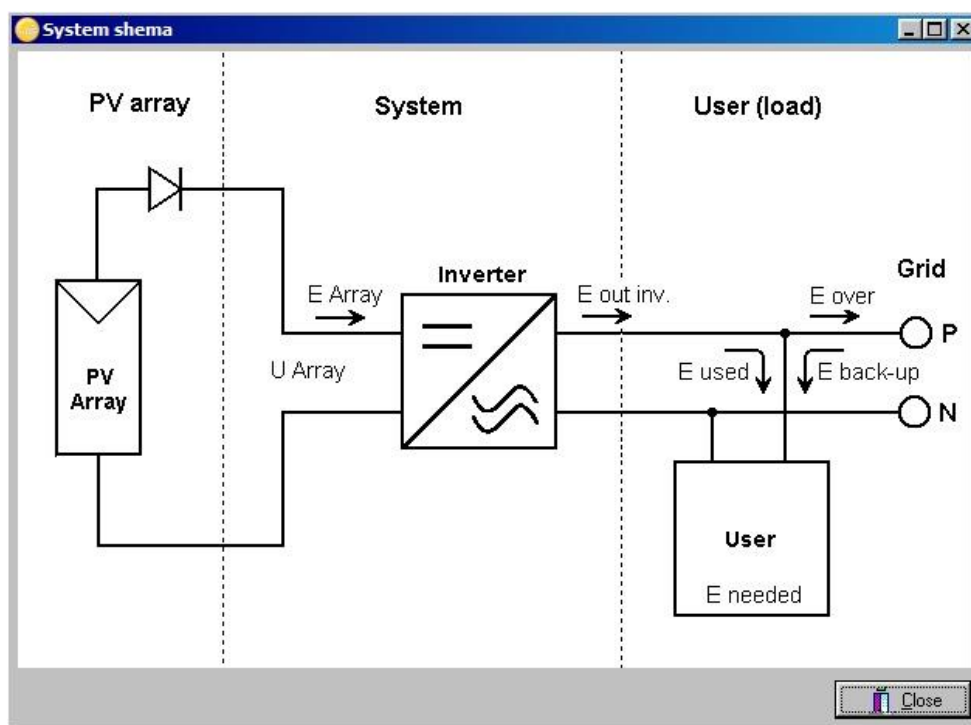


Figura 67. Esquema del sistema de conexión a red

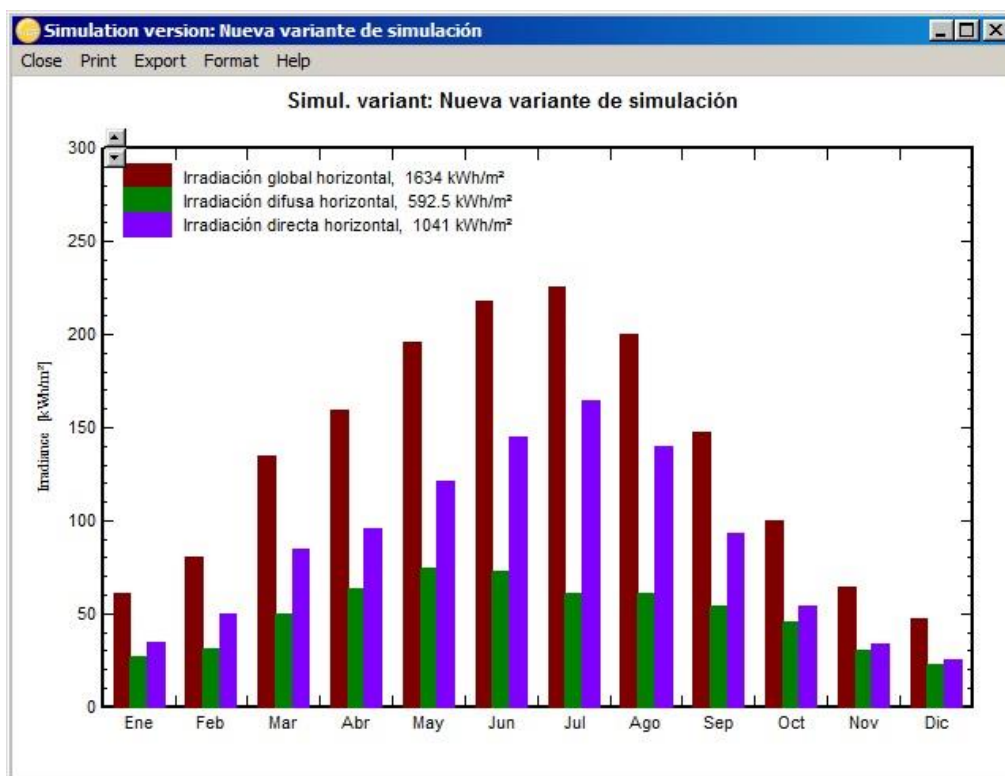


Figura 68. Gráfico de las irradiancias

Irradiación global horizontal = irradiación difusa horizontal + Irradiación directa horizontal.

Todas ellas varían con los meses más cálidos.

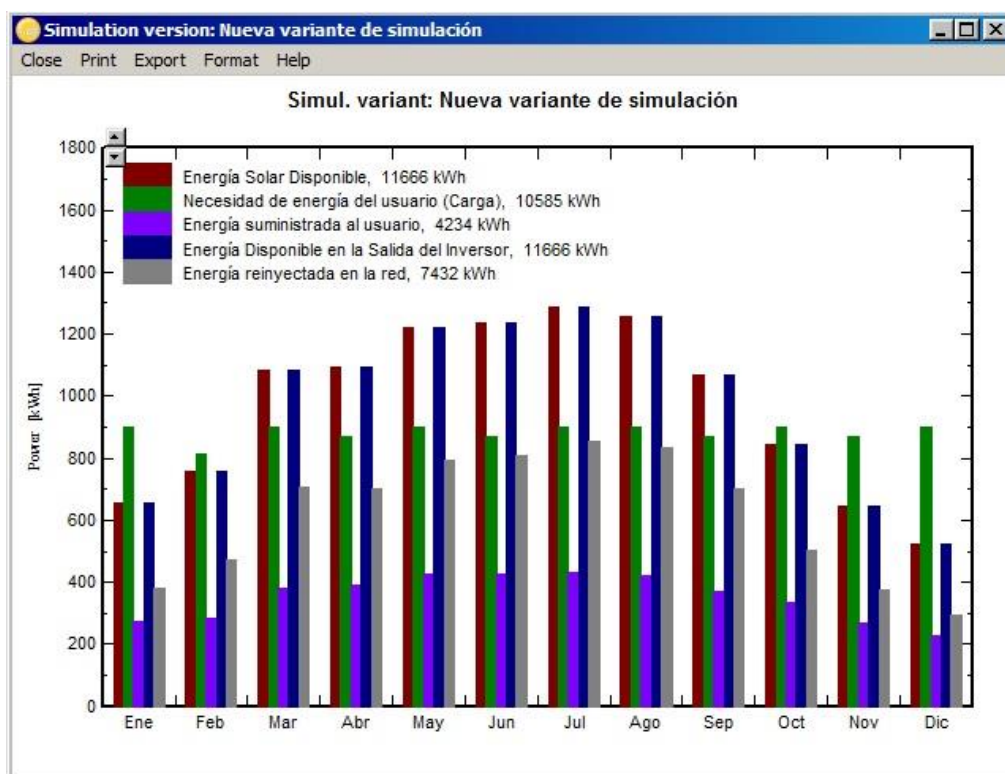


Figura 69. Gráfico de las energías

La energía que necesita el usuario es constante prácticamente todo el año, mientras que las demás son proporcionales a los meses cálidos.

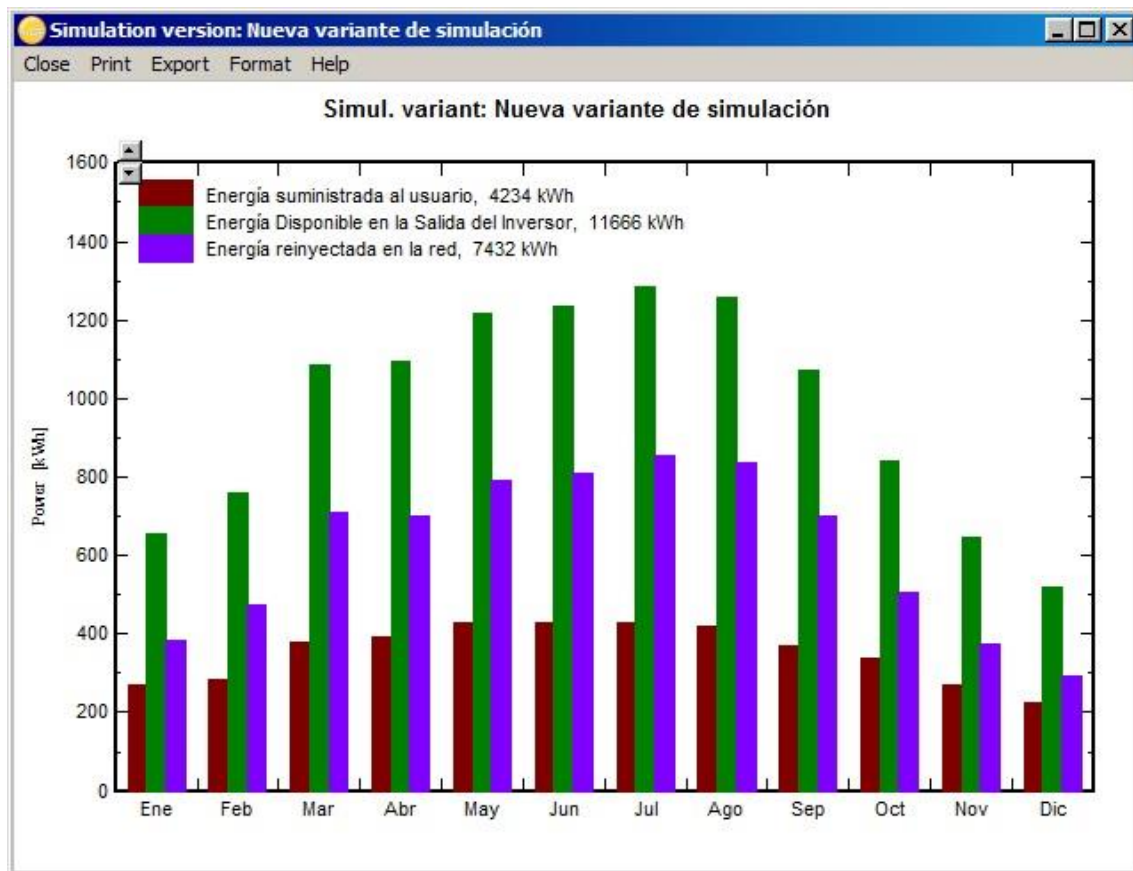


Figura 70. Descomposición de la energía en la salida del inversor

Este es un caso particular de la anterior gráfica. La energía del inversor se divide en 2, una de ellas es la energía que va al consumidor y la otra es la que va a la red. Es decir podemos poner:

$$\text{Energía Disponible en la Salida del Inversor} = \text{Energía suministrada al usuario} + \text{Energía reinyectada en la red}.$$

Variante de simulación : Nueva variante de simulación					
Close Print Export Help					
Nueva variante de simulación					
Customised table					
	E Avail	E Load	E User	E_Grid	EOutInv
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Enero	655	899.0	272.4	382.5	655
Febrero	758	812.0	284.5	473.5	758
Marzo	1086	899.0	377.9	707.9	1086
Abril	1093	870.0	390.7	702.1	1093
Mayo	1219	899.0	427.4	791.3	1219
Junio	1236	870.0	427.5	808.6	1236
Julio	1285	899.0	429.1	855.7	1285
Agosto	1258	899.0	421.3	836.2	1258
Septiembre	1071	870.0	371.2	699.4	1071
Octubre	842	899.0	336.7	505.1	842
Noviembre	645	870.0	269.3	375.3	645
Diciembre	521	899.0	226.6	294.2	521
Año	11666	10585.0	4234.4	7431.8	11666

Energía Solar Disponible  
 Necesidad de energía del usuario (Carga)  
 Energía suministrada al usuario  
 Energía reinyectada en la red  
 Energía Disponible en la Salida del Inversor

Figura 71. Tabla de parámetros de interés

Leyenda	
<b>E Avail</b>	Energía Solar Disponible
<b>E Load</b>	Necesidad de energía del usuario (Carga)
<b>E User</b>	Energía suministrada al usuario
<b>E_Grid</b>	Energía reinyectada en la red
<b>EOutInv</b>	Energía Disponible en la Salida del Inversor



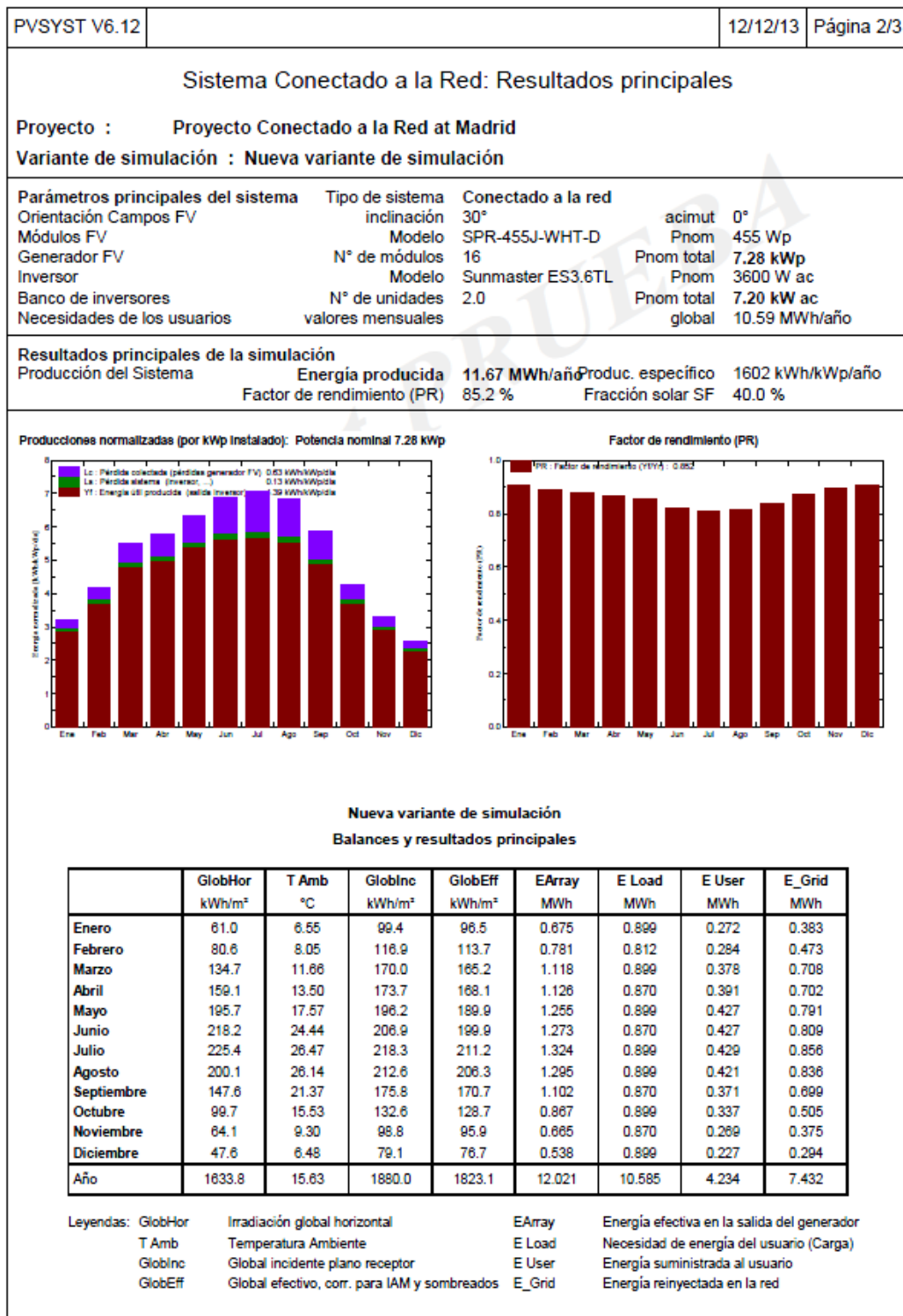
Informe muy detallado proporcionado por PVSyst del sistema de conexión a red

PVSYST V6.12		12/12/13	Página 1/3										
<b>Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación</b>													
<b>Proyecto :</b> Proyecto Conectado a la Red at Madrid													
<b>Lugar geográfico</b>	Madrid	<b>País</b>	España										
<b>Ubicación</b>	Latitud 40.5°N	<b>Longitud</b>	3.7°W										
Hora definido como	Hora Legal Huso hor. UT+1	<b>Altitud</b>	665 m										
<b>Datos climatológicos:</b>	Madrid	Síntesis - Meteonorm 6.1											
<b>Variante de simulación : Nueva variante de simulación</b>													
	Fecha de simulación	12/12/13 20h25											
<b>Parámetros de la simulación</b>													
<b>Orientación Plano Receptor</b>	Inclinación 30°	<b>Acimut</b>	0°										
<b>Modelos empleados</b>	Transposición Perez	<b>Difuso</b>	Measured										
<b>Perfil obstáculos</b>	Sin perfil de obstáculos												
<b>Sombras cercanas</b>	Sin sombreado												
<b>Características generador FV</b>													
<b>Módulo FV</b>	Si-mono	<b>Modelo</b>	SPR-455J-WHT-D										
		<b>Fabricante</b>	SunPower										
Número de módulos FV	En serie	8 módulos	En paralelo 2 cadenas										
N° total de módulos FV	N° módulos	16	Pnom unitaria 455 Wp										
Potencia global generador	Nominal (STC)	7.28 kWp	En cond. funciona. 6.61 kWp (50°C)										
Caract. funcionamiento del generador (50°C)	V mpp	546 V	I mpp 12 A										
Superficie total	Superficie módulos	34.6 m²	Superf. célula 31.4 m²										
<b>Inversor</b>		<b>Modelo</b>	Sunmaster ES3.6TL										
		<b>Fabricante</b>	Mastervolt										
Características	Tensión Funciona.	200-720 V	Pnom unitaria 3.60 kW AC										
Banco de inversores	N° de inversores	2 unidades	Potencia total 7.20 kW AC										
<b>Factores de pérdida Generador FV</b>													
Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (viento) 0.0 W/m²K / m/s										
Pérdida Óhmica en el Cableado	Res. global generador	758 mOhm	Fracción de Pérdidas 1.5 % en STC										
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de Pérdidas -1.3 %										
Pérdidas Mismatch Módulos			Fracción de Pérdidas 1.0 % en MPP										
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Parám. bo 0.05										
<b>Necesidades de los usuarios :</b> valores mensuales													
Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año	
899	812	899	870	899	870	899	899	870	899	870	899	10585	kWh/mth

PVsystr Evaluation mode

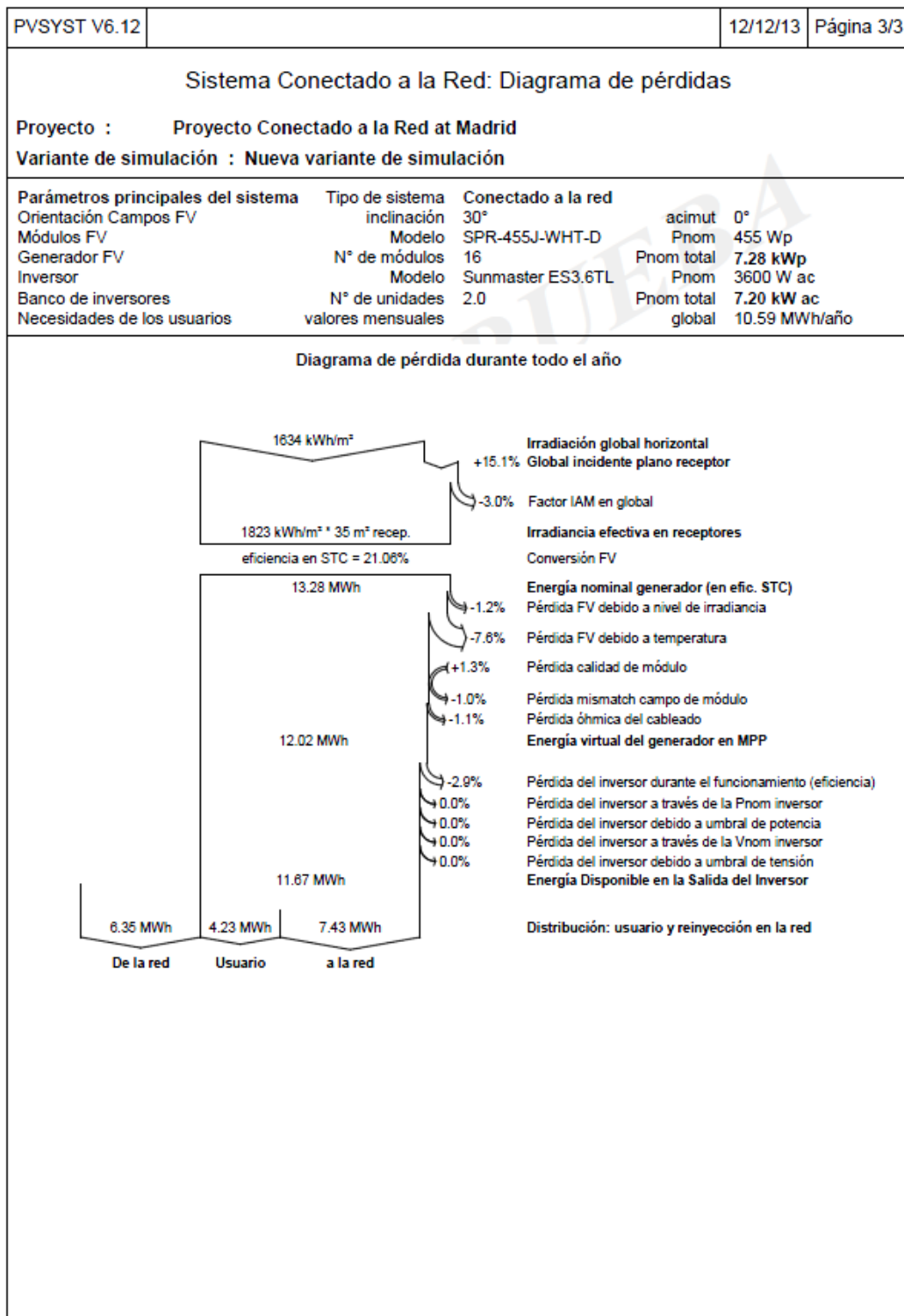
Traducción sin garantía. Sólo el texto inglés está garantizado.





Pvsyst Evaluation mode

Traducción sin garantía. Sólo el texto inglés está garantizado.



## 10. Presupuesto

En el epígrafe 9, Simulación en PVsyst, se hacía un cálculo aproximado del presupuesto, ya que es una opción que te da el programa, sin embargo aquí vamos a ver el presupuesto más adaptado a la realidad, con elementos que hay en el mercado y comparando con la dada en el epígrafe 9.

### ➤ Datos obtenidos con PVsyst en el sistema aislado:

Coste de los Módulos	9491 €
Coste de las baterías	3460€
Coste de los reguladores	1759€
<b>Inversión Total</b>	<b>14710€</b>

### ➤ Presupuesto real de un sistema aislado:

Elemento	Marca	Modelo	Número	Coste unitario	Coste Total
Panel Fotovoltaico	SunPower	SPR-455J-WHT-D	24	400€	9600€
Inversor de conexión a red	Mastervolt	Sunmaster ES3.6TL	1	1.130€	1.130€
Inversor/cargador	Studer	XTH-8000-48	4	2.200€	8800€
Generador Diesel	Kaiser	K6000DM	1	835€	835€
Batería	Exide	SB6/200A - 200Ahr - Gel 80%	32	200€	6400€
Regulador de Carga	Studer	VT-65	1	590€	590€
<b>Coste del Sistema</b>	<b>27.355 €</b>				

### Comparación:

El coste de los paneles fotovoltaicos es similar, sin embargo las baterías son más caras en la realidad. En cuanto al regulador de carga, observamos que es mucho más caro en la simulación que en la realidad, vislumbramos que puede ser porque en el PVsyst no tiene en cuenta el coste de los inversores, y el regulador del programa lleva incorporado inversores. Tampoco tiene en cuenta el simulador una fuente externa como el Generador Diesel. Por todo esto la variación en los costes es muy grande



Datos obtenidos con PVsyst en el sistema de conexión a red (tecnología monocristalina):

Coste de los Módulos	10062
Coste de los soportes	6708€
Coste de los inversores	190€
<b>Inversión Total</b>	<b>16959€</b>

Presupuesto real de un sistema de conexión a red (tecnología monocristalina):

Elemento	Marca	Modelo	Número	Coste unitario	Coste Total
Panel Fotovoltaico	SunPower	SPR-455J-WHT-D	16	400€	6400
Inversor de conexión a red	Mastervolt	Sunmaster ES3.6TL	2	1.130€	2260€
Medidor de consumo	PM	PM 300	1	20€	20€
Comparador	SunTrol	Datalogger	1	30€	30€
Estructura soporte	SW	SolarWorld	16	90€	1440€
<b>Coste del Sistema</b>	<b>10.150€</b>				

#### Comparación:

Al usar paneles con mucha potencia, el número de estos se reduce, de esta forma el presupuesto real de los módulos fotovoltaicos es menor que el simulado. Los inversores cuestan más que los que propone la simulación. En cuanto a la estructura soporte, es mucho más barata realmente que en la simulación. Por último es apropiado comprar un medidor de consumo y un comparador por su bajo coste y grandes prestaciones.

**Nota:** los diversos elementos que confieren los sistemas están detallados en un anexo, en el epígrafe 14.

## 11. Estudio económico de las diferentes topologías

A pesar de que el simulador nos ha calculado la amortización de los sistemas híbridos fotovoltaicos de las 2 topologías en este apartado pretendemos hacerlo desde un punto de vista más realista, y con los presupuestos reales.

Suponemos en el estudio que los costes de mantenimiento son nulos, pero lo tendremos en cuenta a la hora de hacer una conclusión firme final.

El Coste mensual de la energía está ya calculado en el epígrafe 4, y es de 167,76€. Por lo tanto cada mes deberíamos pagar al Banco 167.76€ para no ver alterada nuestra economía en el periodo que debamos dinero al banco (Cuota mensual = 167,76€).

Debemos pedir un crédito en el caso de sistema aislado (Préstamo) de 27.355€ (debido al presupuesto).

Teniendo en cuenta la fórmula de la hipoteca en España:

$$\text{Cuota mensual} = \frac{\text{Préstamo} * \text{interés mensual}}{100 * \left(1 - \left(1 + \frac{\text{interés mensual}}{100}\right)^{\text{plazo(en meses)}}\right)}$$

$$\text{interés mensual} = \frac{\text{interés anual}}{12}$$

Suponemos que el interés bancario es de 3% anual.

Con estos datos, despejamos el plazo, y calculado en años nos da 28,22 años de amortización en el sistema aislado.

De la misma forma calculamos el caso del sistema de conexión a red de tecnología monocristalina, con la diferencia del crédito, por lo tanto el crédito en el sistema de conexión a red de tecnología monocristalina es de 10.150€.

De tal forma que el plazo de amortización en años del sistema de conexión a red de tecnología monocristalina es de 6.022 años

### Conclusión:

En el caso aislado durante 29 años pagaremos al Banco lo que antes pagábamos a las grandes empresas de energía eléctrica (167,76€ al mes), a partir de los 29 años no pagaremos nada y nos ahorraremos 167,76€ todos los meses. Al cabo de cada cierto tiempo gastaremos costes en el mantenimiento.



En el sistema de conexión a red de tecnología monocristalina pagaremos al Banco los 167.76€ durante 6 años y algo, después nos ahorraremos los 167,76 al mes. El coste de mantenimiento es menor que en el caso anterior al haber menos elementos.

Esta forma de pagar los equipos se adapta perfectamente a la crisis y a la economía de cualquier vivienda, sin embargo también se puede pagar antes al Banco y obtener los beneficios de la energía fotovoltaica antes.

Los datos de una vivienda a otra cambian, pero la forma de calcular las cuotas mensuales es igual al ejemplo anterior. La magnitud del periodo de amortización es parecida en casi cualquier vivienda en la que se realicen estos cálculos.

## **12. Conclusión**

Las continuas subidas en la factura de la luz conllevan a tomar medidas en cuanto a analizar las posibles alternativas para obtener energía. A lo largo del este proyecto hemos observado que es una opción interesante tanto del punto de vista económico, como desde el punto de vista medioambiental para así favorecer el Desarrollo Sostenible.

Estos sistemas requirieren de una inversión inicial importante en la obtención y montaje de los diversos elementos, sin embargo esto no debería ser un inconveniente, ya que según hemos visto en este proyecto habría que pedir un préstamo de tal forma que debemos pagar unas anualidades que sean iguales al ahorro energético en un año para así no ver alterado la economía en una vivienda, y pagar tantas anualidades como haga falta para subsanar el préstamo. Es decir si nos ahorramos con el sistema fotovoltaico 1000€ al año en la obtención de energía, habría que pagar 1000€ al banco al año. De esta forma durante unos años la economía de una casa no se ve afectada y a partir del vencimiento del préstamo empezaríamos a ahorrar. Hay que tener en cuenta que en países como Alemania se conceden primas por instalar este tipo de sistemas, por lo tanto recuperaríamos antes la inversión. En el proyecto no hemos considerado este tipo de primas puesto que es variable dependiendo del país y el momento, pero puede influir enormemente en los beneficios de los sistemas híbridos fotovoltaicos.

Al estudiar varias topologías en este proyecto debemos sacar varias conclusiones sobre estas. Los sistemas aislados son muy independientes ya que no necesitan de red eléctrica para poder subsistir, gracias a su almacenamiento en baterías y al contar con una fuente de energía externa (como puede ser un generador Diesel). Estos sistemas empezarían a generar beneficios a partir de 29 años, en el transcurso de estos 29 años no habría pérdidas ni ganancias (tal y como hemos puesto en el párrafo anterior). El coste a partir de estos 29 años reside en el mantenimiento de la instalación, en especial de las baterías. Las aplicaciones de este tipo de sistemas serían las asentadas en zonas rurales, así como granjas, casas rurales, fábricas, etc.



Los sistemas de conexión a red serían los más habituales ya que serían en el ámbito de la ciudad. Estos sistemas son más simples que los anteriores, puesto que no necesitamos ni baterías ni una fuente externa, sin embargo dependemos de la red eléctrica. Actualmente se está pendiente de la aprobación de una Ley que puede marcar un punto de inflexión en el sector de la energía, esta ley es la del Balance Neto. Sin esta Ley la energía sobrante procedente del Sol se acumularía en la red eléctrica y paradójicamente generaría un coste. La red eléctrica por tanto funciona como acumulador y como fuente de energía externa, es por eso que no necesitamos ni baterías ni un generador externo como el Diesel. Sin embargo al no tener aprobada la Ley del Balance Neto no conviene que esta funcione como acumulador, ya que generaría costes adicionales.

Sin esta Ley, en el ámbito de la ciudad lo ideal es implantar un sistema de autoconsumo instantáneo, de esta forma se consume lo que se produce, y se destruye la energía sobrante para no generar costes adicionales. Con esta Ley podremos utilizar la red eléctrica como acumulador y fuente de energía externa, y poder adquirir de esta forma grandes beneficios económicos, más incluso que en el sistema aislado al tener menos elementos.

Estos sistemas empezarían a generar beneficios antes que los aislados debidos a su simplicidad y a que hay menos elementos en el sistema. Durante unos 6 años ni habría ni pérdidas ni ganancias, ya que en ese tiempo los euros ahorrados por obtener energía gratuita del Sol los empleamos en pagar al banco para devolverle el préstamo de la inversión inicial. A partir de esos 6 años empezaríamos a obtener grandes beneficios, al pagar el mantenimiento de las placas solares y un dinero destinado a la utilización de la red eléctrica. Este ahorro es por tanto mayor que en el sistema aislado también.

Como hemos demostrado en el proyecto hay muchas ventajas en la implantación de un sistema híbrido fotovoltaico en una vivienda. Los únicos que sufrirían grandes pérdidas serían las grandes compañías eléctricas que se verían en una gran competencia, de esta forma se rompería el oligopolio que hay formado para convertirse en un mercado libre, donde posiblemente las compañías se verían obligadas a bajar sus precios. Sin embargo el gran control de estas grandes empresas sobre el Gobierno hace que este ralentice la aprobación de la Ley del Balance Neto, pero países como Alemania, Italia, Dinamarca, Japón, Australia, Estados Unidos, Canadá y México, entre otros ya tienen aprobado esta Ley. España al estar en la Unión Europea está obligada a cumplir con la Directiva 2009/28/CE, que es la que marca los objetivos para el desarrollo de las energías renovables. En definitiva, en otros países en los que se prima la energía renovable sería más conveniente este tipo de sistemas. En España será más rentable cuando los Gobiernos proporcionen primas, aún así con la legislación deficiente actual se puede sacar provecho.

Como conclusión final podemos afirmar con rotundidad que la energía híbrida fotovoltaica empieza a ser una realidad, y antes o después será implantada en España para cumplir la obligación de los objetivos de la Directiva de la Unión Europea. Mientras no esté el Balance Neto el sistema que sería conveniente utilizar sería el de autoconsumo instantáneo, y cuando se apruebe la susodicha ley el sistema es el de conexionado a red mientras que el sistema aislado no se ve afectado por el Balance Neto.





## **13. Referencias**

- <http://progclass.files.wordpress.com/2011/10/generador-fotovoltaico.pdf>
- <http://www.solarweb.net/>
- <http://www.energia-solar-fotovoltaica.info/>
- <http://www.isolari.es/tipos-de-placas-fotovoltaicas>
- <http://www.tiposde.org/cotidianos/420-tipos-de-baterias/>
- <http://es.slideshare.net/OscarOliverObiol/batera-de-plomo-cido>
- <http://energiasolarfotovoltaica.blogspot.com.es/2006/01/el-regulador-de-carga.html>
- <http://es.slideshare.net/tocuyaniando/medidores-elctricos>
- <http://www.sfe-solar.com/proyectos-suministros-autoconsumo-fotovoltaico/kit-autoconsumo-solar-fotovoltaico-modelo-swa3-4-3kw/>
- <http://www.blogenergiasostenible.com/decreto-autoconsumo-incognitas-sin-contestar/>
- <http://www.suelosolar.es/newsolares/newsol.asp?id=6395>
- <http://ecoworldproject.blogspot.com.es/2013/09/como-afecta-el-real-decreto-ley-92013.html>
- <http://www.boe.es/>
- <http://s399703965.mialojamiento.es/TuBalanceNeto/>
- <http://www.calculodehipoteca.net/hipotecas/%C2%BFcual-es-la-formula-de-la-cuota-mensual-de-una-hipoteca/>
- [http://www.appa.es/09fotovoltaica/09que\\_es.html](http://www.appa.es/09fotovoltaica/09que_es.html)
- <http://www.ocu.org/vivienda-y-energia/gas-luz/noticias/cuanta-energia-consume-una-casa-571584>
- <http://www.aitanatp.com/nivel6/clima/climas.htm>
- [http://www.sercsa.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=20&Itemid=54&limitstart=2](http://www.sercsa.com/index.php?option=com_content&view=article&id=20&Itemid=54&limitstart=2)
- <http://www.domodesk.com/medidor-consumos-electricos-y-coste>
- <http://www.sfe-solar.com/proyectos-suministros-autoconsumo-fotovoltaico/kit-autoconsumo-solar-fotovoltaico-modelo-swa3-4-3kw/#solicite-presupuesto-kit-autoconsumo>
- Artículo de Análisis de un sistema de autoconsumo híbrido autónomo fotovoltaico (Fotovoltaica + Diesel + Baterías) de 60 kW
- “TRENDS 2013 IN PHOTOVOLTAIC APPLICATIONS”

## 14. Anexos

### 14.1 Panel Fotovoltaico (SunPower SPR-455J-WHT-D)


**SUNPOWER**
E20/435 SOLAR PANEL

**20% EFFICIENCY**  
SunPower E20 panels are the highest efficiency panels on the market today, providing more power in the same amount of space

**MAXIMUM SYSTEM OUTPUT**  
Comprehensive inverter compatibility ensures that customers can pair the highest efficiency panels with the highest efficiency inverters, maximizing system output

**REDUCED INSTALLATION COST**  
More power per panel means fewer panels per install. This saves both time and money.

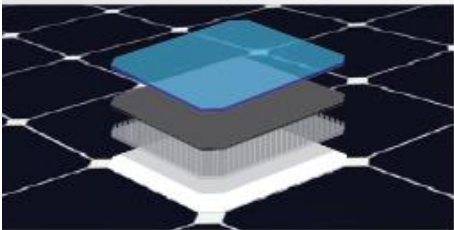
**RELIABLE AND ROBUST DESIGN**  
SunPower's unique Maxeon™ cell technology and advanced module design ensure industry-leading reliability



**E20 SERIES**

**THE WORLD'S STANDARD FOR SOLAR™**

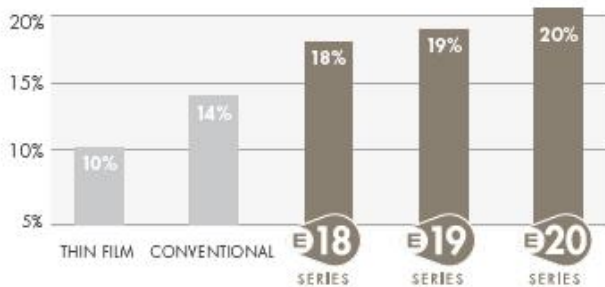
SunPower™ E20 Solar Panels provide today's highest efficiency and performance. Powered by SunPower Maxeon™ cell technology, the E20 series provides panel conversion efficiencies of up to 20.1%. The E20's low voltage temperature coefficient, anti-reflective glass and exceptional low-light performance attributes provide outstanding energy delivery per peak power watt.




**MAXEON™ CELL TECHNOLOGY**

Patented all-back-contact solar cell, providing the industry's highest efficiency and reliability.

**SUNPOWER'S HIGH EFFICIENCY ADVANTAGE**



Technology	Efficiency (%)
THIN FILM	10%
CONVENTIONAL	14%
E18 SERIES	18%
E19 SERIES	19%
E20 SERIES	20%



[sunpowercorp.com](http://sunpowercorp.com)

# SUNPOWER

## E20/435 SOLAR PANEL

MODEL: SPR-435NE-WHT-D

### ELECTRICAL DATA

Measured at Standard Test Conditions (STC): Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, AM 1.5, and cell temperature 25° C

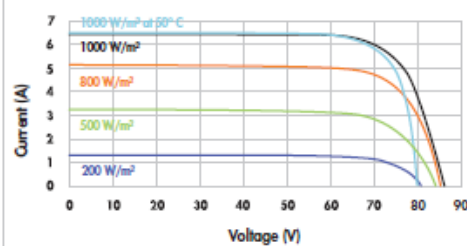
Nominal Power (+/-5%)	P <sub>nom</sub>	435 W
Cell Efficiency	η	22.4%
Panel Efficiency	η	20.1 %
Rated Voltage	V <sub>mpp</sub>	72.9 V
Rated Current	I <sub>mpp</sub>	5.97 A
Open-Circuit Voltage	V <sub>oc</sub>	85.6 V
Short-Circuit Voltage	I <sub>sc</sub>	6.43 A
Maximum System Voltage	IEC	1000 V
Temperature Coefficients	Power (P)	- 0.38%/K
	Voltage (V <sub>oc</sub> )	-235.5mV/K
	Current (I <sub>sc</sub> )	3.5mA /K
NOCT		45°C +/- 2°C
Series Fuse Rating		20 A
Limiting Reverse Current (3 strings)	I <sub>L</sub>	16.1 A
Grounding		Positive grounding not required

### ELECTRICAL DATA

Measured at Nominal Operating Cell Temperature (NOCT): Irradiance 800W/m<sup>2</sup>, 20° C, wind 1 m/s

Nominal Power	P <sub>nom</sub>	323 W
Rated Voltage	V <sub>mpp</sub>	67.2 V
Rated Current	I <sub>mpp</sub>	4.81 A
Open-Circuit Voltage	V <sub>oc</sub>	80.1 V
Short-Circuit Voltage	I <sub>sc</sub>	5.20 A

### I-V CURVE



Current/voltage characteristics with dependence on irradiance and module temperature.

### TESTED OPERATING CONDITIONS

Temperature	- 40° C to +85° C
Max load	550 kg/m <sup>2</sup> (5400 Pa), front (e.g. snow) w/specified mounting configurations 245 kg/m <sup>2</sup> (2400 Pa) front and back (e.g. wind)
Impact Resistance	Hail: 25 mm at 23 m/s

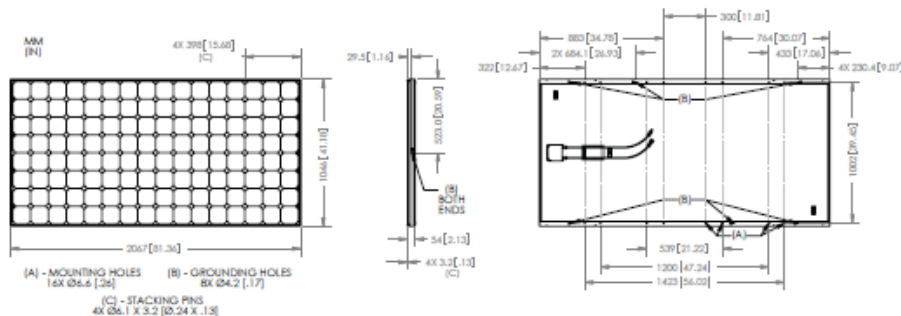
### WARRANTIES AND CERTIFICATIONS

Warranties	25-year limited power warranty 10-year limited product warranty
Certifications	IEC 61215 Ed. 2, IEC 61730 (SCII)

### MECHANICAL DATA

Cells	128 SunPower Maxeon™ cells	Output Cables	700 mm cables / Multi-Contact (MC4) connectors
Front Glass	High-transmission tempered glass with anti-reflective (AR) coating	Frame	Anodised aluminium alloy type 6063 (silver)
Junction Box	IP65 rated with 3 bypass diodes 32 x 155 x 128 mm	Weight	28.6 kg

### DIMENSIONS



Please read safety and installation instructions before using this product, visit [sunpowercorp.com](http://sunpowercorp.com) for more details.

© 2011 SunPower Corporation. SUNPOWER, the SunPower logo, and THE WORLD'S STANDARD FOR SOLAR, and MAXEON are trademarks or registered trademarks of SunPower Corporation in the US and other countries as well. All Rights Reserved. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

[sunpowercorp.com](http://sunpowercorp.com)  
Document #001-65752 Rev "A" / A4\_EN  
CS 11, 2015

## 14.2 Inversor de conexión a red (Mastervolt Sunmaster ES3.6TL)



## Inversores de string con elevado rendimiento anual

**Filosofía del producto SunMaster**  
Los inversores Mastervolt están diseñados para maximizar el rendimiento anual bajo condiciones realistas. Además de un perfecto rendimiento bajo condiciones normales, puede esperar la mejor captura posible de energía incluso en condiciones menos favorables.

► *Lea más sobre la filosofía del producto SunMaster en la parte trasera de este folleto.*

**Rápida instalación y sencillez de manejo**  
Sencillez de manejo tanto para el usuario como para el instalador es una característica clave para Mastervolt. Un claro display gráfico con datos de rendimiento diario y un registro de energía a 30 días proporciona la información vital necesaria sobre el funcionamiento de su sistema FV. El sistema Optima Cooling mejorado garantiza un funcionamiento refrigerado y eficiente del inversor con un ruido mínimo, al tiempo que su carcasa IP65 proporciona la protección óptima contra humedad y suciedad. Esto hace que el SunMaster ES sea apto para su instalación tanto en interior como en exterior. Para lograr una conexión rápida y flexible, el SunMaster ES incluye un enchufe estanco y un conmutador CC integrado para maximizar su seguridad. El montaje es fácil gracias a las robustas asas incluidas y al soporte. Otra característica muy práctica es la cinta de comunicación, que puede sacarse parcialmente del inversor.

**Flexible y comunicativo**  
El SunMaster funciona con cualquier tipo de panel solar, incluyendo las últimas tecnologías de película fina\*. Su elevado voltaje de entrada y la amplia gama operativa simplifican el diseño del sistema y reduce las pérdidas, al tiempo que el fiable interfaz RS485 permite combinar al inversor con una amplia gama de productos de monitorización. El inversor también está equipado con una conexión ethernet para su integración en red.

\* *Ciertos tipos de paneles de película fina requieren una toma de masa funcional. En estos casos Mastervolt recomienda sus inversores SunMaster XS con transformador HF.*

**Ajuste de Energía Reactiva (Reactive Power)**  
Según la normativa local, puede que el sistema deba proveerse de energía reactiva. Los modelos SunMaster ES están totalmente preparados para cumplir con la directiva Alemana VDE-AR-4105 sobre bajos voltajes. Esta característica se activará si selecciona el país adecuado durante la puesta a punto.

► *Hay disponible un boletín informativo sobre el Control de Energía Reactiva en [www.mastervoltsolar.com/reactive-power](http://www.mastervoltsolar.com/reactive-power).*



## SunMaster ES series máximos beneficios

Asas integradas.

Incluye soporte de montaje.

Compartmento sellado según IP65 para instalación en interior o exterior.

Su práctico display muestra la situación actual, así como un registro de rendimiento a 30 días.

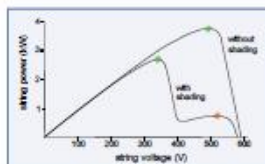
Gama completa de conexiones

El inverter SunMaster ES incluye un conmutador CC integrado y conexiones estándar RS485 y Ethernet. Su práctica cinta de comunicaciones puede sacarse parcialmente del inverter.

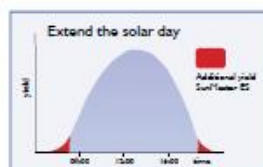
El inverter también está equipado con una conexión Ethernet para su integración en redes locales.

Refrigeración Óptima (Optima Cooling)  
El sistema Optima Cooling garantiza un funcionamiento refrigerado y eficiente del inverter, con un nivel mínimo de ruido.

### Alto rendimiento energético



El MPP Tracker hace un seguimiento de las condiciones lumínicas rápido y cuidadoso para lograr un rendimiento anual considerablemente elevado. El inverter busca el punto óptimo de funcionamiento, incluso en condiciones de sombra.



Con su inteligente control de arranque, el SunMaster ES puede ampliar el día solar, al tiempo que su bajo consumo sin carga ayuda a convertir hasta el último rayo de Sol.



#### La filosofía Mastervolt

El SunMaster ES está desarrollado según la exclusiva filosofía de Mastervolt, el resultado de 20 años de experiencia en energía solar. Además de la máxima eficiencia, nos basamos en altos rendimientos en condiciones no-óptimas. Como resultado, el SunMaster ES dispone de varias características exclusivas:

- Al arrancar a un voltaje óptimo, el SunMaster ES amplía el día solar, al tiempo que su bajo consumo sin carga ayuda a convertir hasta el último rayo de Sol.
- El SunMaster ES es inmune a fallos eléctricos menores y sólo se desconecta de la red cuando es absolutamente necesario.
- El MPP tracker rastrea las condiciones lumínicas rápida y cuidadosamente para lograr un rendimiento anual considerablemente elevado. ¡Las pruebas bajo condiciones realistas demuestran que convierte el 99.8% de la energía FV disponible!
- El inversor puede buscar el punto óptimo de funcionamiento, incluso en condiciones de sombra.
- Pérdidas en cable reducidas hasta un 75% comparando con los inversores convencionales.
- El SunMaster ES sin transformador de aislamiento galvánico consigue una eficiencia de conversión estable y elevada, incluso bajo condiciones meteorológicas variables.
- El SunMaster ES permanece frío, incluso aunque la temperatura externa sea elevada, maximizando así su eficiencia y vida útil.

## Especificaciones SunMaster ES



Código de producto

ES3.6TL  
131503600

ES4.6TL  
131504600

ES5.0TL  
131505000

#### GENERAL

Temperatura de funcionamiento	-25 °C a 60 °C (potencia máx. hasta 45 °C ambiente)		
Carcasa	aluminio recubierto		
Protección	IP65 para uso en exteriores		
Humedad relativa	4-100% sin condensación		
Seguridad	clase I		
Tecnología del inversor	sin transformador		
Refrigeración	pasiva	pasiva + ventilador	pasiva + ventilador
Nivel sonoro (normal)	< 30 dB(A)	< 40 dB(A)	< 40 dB(A)
Peso	< 15 kg		
Dimensiones, altavoz	550x460x195 mm		

#### ENTRADA SOLAR (CC)

Gama de energía FV	3000-4700 Wp	3900-6000 Wp	4300-6500 Wp
Potencia de arranque	10 W		
Voltaje de funcionamiento	200-855 V	250-950 V	250-855 V
Gama de voltaje MPP a potencia nom.	305-720 V	395-800 V	305-720 V
Voltaje nominal	670 V		
Voltaje máx. absoluto	900 V	1000 V	900 V
Número de entradas	1 MPP tracker y 2 juegos de conectores MultiContacto MC4		
Eficiencia de MPP trackers (estático/dinámico)	99.9% / 99.8%		
Corriente máx. de entrada	1x 13 A	1x 12 A	1x 17 A
Protección CC	descargadores clase III según IEC 61643-1		

#### SALIDA A RED (CA)

Voltaje	230 V ± 15%/-20%		
Potencia nom.	3600 VA	4600 VA	5000 VA
Potencia máx.	3780 VA	4600 VA*	5000 VA**
Corriente máx.	16 A	24 A	24 A
Frecuencia	50/60 Hz		
Factor de potencia nom.	> 0.99		
Control de energía reactiva	0.90 inductiva / 0.90 capacitiva		
Inyección de corriente CC	< 20 mA		
RCD	integrado		
Paso de bajo voltaje (LVRT)	integrado		
Consumo en standby	< 1 W		
Eficiencia EU	95.8%	97%	97%
Eficiencia máx.	97%	97.5%	97.5%
Conector CA	conector Amphenol IP67, apto para cables de 4-6 mm²		

#### REGULACIONES Y DIRECTIVAS

Conformidad CE	sí		
Directiva alemana VDE AR-N1105 de bajo volt.	conforme, máx. un inversor SunMaster ES por fase		
Requisitos de red nacional	VDE0126-1-1; DKSP40; RD1663; G83/1; G59/2; Synergid C10/11		

#### COMUNICACIÓN Y SUPERVISIÓN

Display	display LCD con 4 botones		
Diagnosis	registro de datos a 30 días		
Comunicación	2 x conexiones RS485 / conexión ethernet		

\* 4830 VA máx. para Italia, Holanda y Bélgica.

\*\* 5250 VA máx. para Italia y Holanda.

Sujeto a cambios. Vea nuestra gama completa de productos en

[www.mastervoltsolar.es/sunmaster-es](http://www.mastervoltsolar.es/sunmaster-es)

## 14.3 Inversor/cargador (Studer , XTH-8000-48)



## Inversores *STUDER XTENDER TECNOLOGÍA AISLADA*



La gama Xtender permite una libertad de uso inigualada gracias a sus múltiples funciones. En aplicación de base, reúne las funciones de inversor, cargador de baterías, sistema de transferencia y asistencia a la fuente. Estas funciones pueden combinarse y administrarse de manera totalmente automática para mayor comodidad de uso y una gestión óptima de la energía a disposición. Entrada remota y 2 contactos auxiliares ajustables. Esto permite, entre otros, el control automático de generadores diesel o el deslastre en caso de tensión baja de batería.

**Características**

- Eficiencia y sobrepotencia extraordinarias.
- Gestión y limitación perfecta de fuentes AC.
- Recorte de las puntas de consumo.
- Repartición automática de la potencia a disposición.
- Filtrado activo de los saltos de carga sobre el generador.
- Protección automática de las fuentes contra sobrecargas.
- Prioridad batería (prioridad a las fuentes renovables).
- Puesta en paralelo y trifásico hasta 9 unidades (72kVA).
- Potente cargador PFC multi-niveles.
- Tiempo de transferencia mínimo (de 0 a 15ms máx).
- Puesta en standby automática y eficaz.
- 2 contactos auxiliares programables (en opción para el XTS).
- AC coupling posible con cualquier tipo de inversor de conexión a red.
- XTS está protegido electrónicamente contra la inversión de polaridad.
- Visualización, programación y adquisición de datos integrado al módulo de comando RCC (en opción).
- Interactivo con el monitor de batería (BSP).
- Comunicación RS-232 para vigilancia remota.

**Función Smart-Boost y filtro activo**

Esta función permite interactuar directamente con la fuente AC (generador o red) y permite la realización de funciones esenciales como asistencia a la fuente y alisado de los saltos de carga sobre un generador.

**Control remoto y centro de programación RCC-02 o 03**

Permite un acceso controlado a muchos parámetros ajustables del Xtender. La configuración de la curva de carga de la batería, la programación de los contactos auxiliares y da acceso a una gran cantidad de opciones de funcionamiento.


**Gran modularidad**

Con la implementación de varias unidades es posible crear una fuente trifásica o ponerlas en paralelo para aumentar la potencia disponible sin costo adicional. Hasta 9 onduladores de la serie Xtender pueden ser combinados para obtener hasta 63 kW.



ENAIR ENERGY, S.L. Avenida Ibi, 44 | P.O. 182 C.P.03420 Castalla España C.I.F.B54483656  
Tel. +34 965 560 018 | info@enair.es | [www.enair.es](http://www.enair.es)






# Inversores **STUDER XTENDER TECNOLOGÍA AISLADA**

Inversor	XTS			XTM						XTH			
Configuración de fábrica/rango ajustable con RCC-02 o RCC-03	900	1200	1400	1500	2000	2400	2600	3500	4000	3000	5000	6000	8000
Tensión nom.	12 V	24 V	48 V	12 V	12 V	24 V	48 V	24 V	48 V	12 V	24 V	48 V	48 V
Tensión entrada	9,5 - 17 V	19 - 34 V	38 - 68 V	9,5 - 17 V	9,5 - 17 V	19 - 34 V	38 - 68 V	19 - 34 V	38 - 68 V	9,5 - 17 V	19 - 34 V	38 - 68 V	38 - 68 V
Potencia cont. @ 25 °C	500 VA	650 VA	700 VA	1500 VA	2000 VA	2000 VA	2000 VA	3000 VA	3500 VA	2500 VA	4500 VA	5000 VA	7000 VA
Potencia 30 min. @ 25 °C	750 VA	900 VA	1000 VA	1500 VA	2000 VA	2400 VA	2600 VA	3500 VA	4000 VA	3000 VA	5000 VA	6000 VA	8000 VA
Potencia 5 sec. @ 25 °C	2,3 kVA	2,5 kVA	2,8 kVA	3,4 kVA	4,8 kVA	6 kVA	6,5 kVA	9 kVA	10,5 kVA	7,5 kVA	12 kVA	15 kVA	21 kVA
Carga máxima	Hasta corto circuito												
Carga asimétrica máxima	Hasta Pcont.												
Detección de carga (stand-by)	De 2 a 25 W												
Cos phi	0,1 - 1												
Rendimiento máx.	93%	93%	93%	93%	93%	94%	96%	94%	96%	93%	94%	96%	96%
Consumo OFF/Stand-by/ON(W)	1,1/1,4/7	1,2/1,5/8	1,3/1,6/8	1,2/1,4/8	1,2/1,4/10	1,4/1,6/9	1,8/2/10	1,4/1,6/12	1,8/2,1/14	1,2/1,4/14	1,4/1,8/18	1,8/2,2/22	1,8/2,4/30
Tensión de salida	Onda sinusoidal 230 Vac (+/-2 %) / 120 Vac (también en versión 120 V/60 Hz, exceptuando XTH 8000-48)												
Frecuencia de salida	50Hz / 60 Hz +/- 0.05 % (controlado por cuarzo) (también en versión 120 V/60 Hz, exceptuando XTH 8000-48)												
Distorsión armónica	<2%												
Protección de sobrecarga y corto circuito	Desconexión automática con 3 intentos de reinicio												
Protección de sobre temperatura	Alarma antes de corte y reinicio automático												
<b>Cargador de batería</b>													
Caract. de carga	6 etapas: Bulk-Absorción-Flotación-Ecuilización-Flotación reducida-Absorción periódica												
Número de etapas, umbrales, corriente de fin de etapa y tiempos completamente ajustables con el RCC-02/-03													
Corr. carga máx.	35 A	20 A	10 A	70 A	100 A	55 A	30 A	90 A	50 A	160 A	140 A	100 A	120 A
Compensación de temp.	Con BTS-01 o BSP 500/1200												
Ajuste de corriente de entrada	1 - 50 A												
Corrección de factor de potencia (PFC)	EN 61000-3-2												
<b>Datos generales</b>													
Tensión máxima de entrada	150 a 265 Vac / 50 a 140 Vac (1)												
Frecuencia de entrada	45 - 65 Hz												
Corr. entrada máx./salida máx.	16/20 A	16/20 A	16/20 A	50/56 A	50/56 A	50/56 A	50/56 A	50/56 A	50/56 A	50/56 A	50/56 A	50/56 A	50/80 A
Tiempo de transferencia	<15 MS												
Contactos multifuncionales	Módulo ARM-02 con 2 contactos			2 contactos independientes (libres de potencial con 3 puntos, 16 A ac/5 A dc)									
Peso	8,2 kg	9 kg	9,3 kg	15 kg	18,5 kg	16,2 kg	16,2 kg	21,2 kg	22,9 kg	34 kg	40 kg	42 kg	46 kg
Dimensiones AxaxL (mm)	110x210x310			133x322x466						230x300x500			
Índice de protección	IP54			IP20									
Conformidad	Directiva CEM 2004/108/CE : EN 61000-6-1, EN 61000-6-3, EN 55014, EN 55022, EN 61000-3-2, 62040-2 Directiva de baja tensión 2006/95/CE : EN 62040-1-1, EN 50091-2, EN 60950-1												
Rango de temperatura de trabajo	De -20 a 55° C												
Humedad relativa de funcionamiento	100%			95 % sin condensación									
Ventilación en opción	Módulo de ventilación ECF-01			Forzada a partir de 55° C									
Nivel acústico	<40dB / <45dB (sin/con ventilación)												
Garantía	5 años												
<b>Opciones</b>													
Control remoto RCC-02 o RCC-03	Todos sí												
Módulo XCOM-232I	Todos sí												
Pasarela XCOM-MS	Todos sí												
Módulo de entrada remota RCM-10 (3 m. de cable)	XTS y XTM - Sí / XTH - No												
Módulo de comunicación TCM-01	XTS-SI/XTM y XTH-No												
Módulo con 2 contactos auxiliares ARM-02	XTS-SI/XTM y XTH-No												
Módulo de ventilación ECF-01	XTS-SI/XTM y XTH-No												
Sensor de temperatura de batería BTS-01(3m)	Todos sí												
Cable de comunicación para 3 ph y // CAB-RJ45-8-2	Todos sí												
Marco de montaje X-Connect	XTS y XTM - No / XTH - Sí												

Reservado el derecho de cambios sin previo aviso



Reservado el derecho de cambios sin previo aviso

ENAIR ENERGY, S.L. Avenida Ibi, 44 | P.O. 182 C.R.03420 Castalla España C.I.F.B54483656  
Tel. +34 965 560 018 | info@enair.es | www.enair.es





14.4      Generador Diesel (Kaiser K6000DM)

**Generador Kaiser Diésel Insonorizado 6.000 W Monofásico**

Generador de 6000w monofásico, diesel, con arranque electrónico. Todos nuestros generadores eléctricos incorporan panel LCD para un control más cómodo de voltage, control Hz y cuenta horas.

**Principales Ventajas del Modelo**

- Arranque electrónico
- Puerto ATS (Opcional)
- Mando a distancia (Opcional)

**\*Nota Importante**  
**PONER ACEITE ANTES DE SU PRIMER ARRANQUE, DISPONE DE ALARMA DE FALTA DE ACEITE.**

Motores OHV 4 tiempos. Gran depósito para mayor autonomía. Chasis completo para mayor protección del equipo. Alternador AVR para mejor calidad de corriente. Gran escape para reducir nivel sonoro. Alarma de aceite en el motor. Doble chasis para reducir las vibraciones. Panel de control con: 2 tomas de corriente, salida DC 12 V. Voltímetro analógico, disyuntor diferencial . Cuenta horas digital. Opción de arranque automático gracias a su ATS.

Refrigeración por aire forzado.

La razón de nuestro éxito: nuestro equipo de profesionales con una gran motivación y ganas de crecer y mejorar día a día con una amplia experiencia en el mercado y con un constante esfuerzo para satisfacer a nuestros clientes desde 2005. Nuestra fluida comunicación, presencia personal y el constante contacto directo con nuestros Fabricantes. Nuestra presencia en las ferias de más repercusión Internacional para ayudar a nuestros distribuidores a mostrar nuestros productos y novedades de una forma clara. Nuestra sencillez a pesar de nuestro constante crecimiento marca la diferencia.

Nuestros generadores incluyen 5 años de garantía por defecto de fabrica y servicio técnico en Barcelona, también disponemos de todos los recambios para su posible reparación. Sin duda estos generadores están hechos para durar y vienen ya testados de fabrica, muchos de sus componentes como motores y alternadores son fabricados con componentes de alta calidad de otras marcas reconocidas internacionalmente, nuestros modelos incluyen los controles de calidad EMC electromagnético y CE.


Estamos ampliando nuestro servicio técnico y en breve dispondremos de ubicación del el Sur, centro y Oeste para poder cubrir en radios de 200 Kilómetros toda la península Ibérica.

Motores diesel de ultima tecnología con bomba automática y inyección directa electrónica. Voltímetro digital con control horario HZ, y mas funciones.

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

<b>Motor</b>	<b>OHV 417 cc</b> <b>Inyección directa</b>
<b>Tipo de motor</b>	<b>4 tiempos</b> <b>1 cilindro</b> <b>Refrigerado por aire</b>
<b>Potencia max (kw/r/min)</b>	<b>5,9KW/3000/RPM</b>
<b>Alternador motor</b>	<b>AVR</b>
<b>Ruido máximo</b>	<b>68 dB a 3000 RPM</b> <b>a 7m</b>
<b>Tanque de gasoil</b>	<b>15 litros</b>
<b>Sistemas de encendido</b>	<b>Arranque electrónico por llave</b>
<b>Modo de encendido</b>	<b>Electrónico por CDI y bobina</b>
<b>Consumo mínimo</b>	<b>0,35 litros x Kw/h</b>
<b>Sistema de carga de baterías</b>	<b>Incluido</b> <b>12v/8.3amp</b>
<b>Inyección</b>	<b>Directa Electrónica</b>
<b>Potencia del Motor</b>	<b>11 hp/3000 RPM</b>
<b>Peso en Orden</b>	<b>171 Kg</b>
<b>Corriente y Conectores</b>	<b>1 conector</b> <b>220v/230v</b>
<b>Tamaño sin caja</b>	<b>930 x 515 x 755 (mm)</b>
<b>Capacidad tanque Aceite</b>	<b>1.90L</b>

## 14.5 Batería (Exide SB6/200A - 200Ahr - Gel 80%)

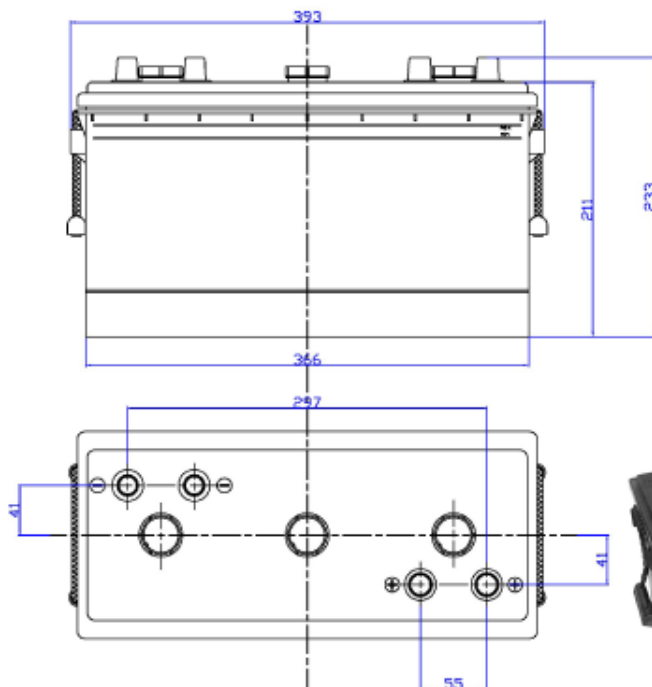


# TECHNICAL DATASHEET

Printed: 14/01/2011  
Product Management  
Transportation Europe

Central Article Code: M08115W01-A  
ETN Code or Other: 918 001 000

Created: 07/09/2005  
Modified: 18/07/2007



Technical drawing of the battery showing top, side, and front views with dimensions:

- Top view: Length 393, Width 211, Terminal spacing 346.
- Side view: Height 233, Base width 171, Base height 181.
- Front view: Terminal spacing 297, Terminal diameter 41, Base width 55.




Image of the EXIDE VINTAGE EU200-6 battery.

## PERFORMANCES

Voltage (V):	6 V
C20 (Ah):	200.0 20 h
Rc (min):	0
Cranking (A):	1150 EN
Vibration:	V3 (35Hz/6g/20h)
Endurance:	E2 (90 cycles@50%)
Charge:	WET
Technology:	Vented/Flooded
Grid :	Hybrid

## WEIGHT AND STD. DIMENSIONS

Battery Weight (kg):	27.80
Volume acid (l):	7.32
Length (mm):	398
Width (mm):	174
Height (mm):	234

## CONTAINER

Type:	M08	BLACK
Hold Down:	B0	
H. D. Adapter:	No	

## COVER

Type:	Flat/Screw	BLACK
Polarity:	ETN 0	
Terminals:	Twin EN taper posts	
Terminal Adapter:	No	
SOCI:	No	
Ventilation:	Independent	
Filter:	No	
Lateral Plug:	No	

## PLUGS

Type:	3 x M27	BLACK
-------	---------	-------

## HANDLES

Type:	2 x Rope (Flexible)	BLACK
-------	---------------------	-------

## OTHERS

Degassing Tube:	No
-----------------	----

This document includes confidential data, is not contractual and could be changed without notice. Any use, copy or distribution has to be authorised in writing by EXIDE Technologies.

## 14.6 Regulador de Carga (Studer VT-65)



MPPT solar charge controller

# VarioTrack

**VT-80**  
**VT-65**

Maximize the energy generated from solar panels by adding a **VarioTrack** solar charge controller with maximum power point tracker (MPPT) to any solar installation.

The solar charge controller, **VarioTrack**, contains the MPPT algorithm that continuously tracks the maximum power point and automatically charges the batteries in an optimal way with all the available solar power.

65 or 80A / Battery voltage: 12-24-48V  
up to 150V input PV voltage range



**Product features**

- Easy and safe commissioning with full protection against incorrect wiring
- Rugged and durable, this device is designed to perform in harsh environmental conditions (IP54)
- High conversion efficiency, 98%
- Up to 15 **VarioTrack** in parallel
- 4 step charger for longer battery life
- Low self-consumption: <1W in night time mode
- Display with 7 LEDs showing status and current
- Comprehensive display, programming and datalogging with RCC-02/-03
- Optimal usage in an **Xtender** system with a synchronized battery management

[www.studer-innotec.com](http://www.studer-innotec.com)



**STUDER**

**VarioTrack**  
**VT-80**  
**VT-65**

Accessories (optional):

RCC-02  
Remote control and  
programming center  
(Wall mounted)

RCC-03  
Remote control and  
programming center  
(Panel mounted)

BTS-01  
Battery temperature  
sensor

	VT-65			VT-80		
Electrical characteristics PV array side	12 V	24 V	48 V	12 V	24 V	48 V
Maximum Solar power recommended (I@STC)	1000 W	2000 W	4000 W	1250 W	2500 W	5000 W
Maximum Solar Open Circuit Voltage	80 Vdc	150 Vdc		80 Vdc	150 Vdc	
Maximum Solar functional circuit voltage	75 Vdc	145 Vdc		75 Vdc	145 Vdc	
Electrical characteristics Battery side						
Maximum Output Current	45 A			80 A		
Nominal Battery Voltages	automatic / manual set to 12, 24 or 48 Vdc					
Operating voltage range	above battery voltage, minimum 7 V					
Performances of the device						
Power Conversion Efficiency (in a 48 V typical system)	98 %					
Maximum Stand-By Self-consumption (48 V)	25 mA x 1,2 W					
Maximum Stand-By Self-consumption (24 V)	30 mA x 0,8 W					
Maximum Stand-By Self-consumption (12 V)	35 mA x 0,5 W					
Charging stages	4 stages : Bulk, Absorption, Float, Equalization					
Battery temperature compensation (available with accessory BTS-01)	-3 mV /°C /cell (25°C ref) default value adjustable -8 to 0 mV /°C					
Electronic protections						
PV reverse polarity	protected					
Battery reverse polarity	up to -150 Vdc					
Battery overvoltage	up to 150 Vdc					
Over temperature	protected					
Reverse current at night	prevented by relays					
Environment						
Operating Ambient Temperature Range	-20 to 55°C					
Humidity	100 %					
Ingress Protection of enclosures	IP54, IEC/EN 60529:2001					
Mounting location	indoor					
General data						
Warranty	5 years					
Weight	5,2 kg			5,5 kg		
Dimensions h/w/l [mm]	120 / 220 / 310			120 / 220 / 350		
Parallel operation (separated PV arrays)	up to 15 devices					
Max wire size	35 mm2					
Glands	M 20 x 1,5					
Communication						
Network Cabling	STUDER communication BUS					
Remote Display and Controller	RCC-02/-03 / Xcom-232i					
Menu languages	English / French / German / Spanish					
Data Logging	With RCC-02/03 on SD card • One point every minute					
Accordance to standards						
CE compliant	EMC 2004/108/CE • LV 2006/95/CE • RoHS 2002/95/CE					
Safety	IEC/EN 62109-1:2010					
EMC (Electro Magnetic Compatibility)	IEC/EN 61000-3:2011 • IEC/EN 61000-4-1:2005					



## 14.7 Medidor de consumo (PM 300)



### MEDIDOR DE PRODUCCIÓN PM300

El medidor de producción PM 300 es un dispositivo electrónico de bajo coste y alta fiabilidad, muy interesante para la monitorización, información y control de una instalación de BAJA POTENCIA (hasta 3000W.) de la aplicación de AUTOCONSUMO SOLAR

El equipo, autoinstalable y de pequeñas dimensiones se instala con total facilidad entre la salida del equipo solar y la entrada al consumo de la vivienda.

Para ello, el equipo lleva incorporado un conector SHUCHO, hembra, con toma de tierra donde se conecta la salida del Kit solar que lleva normalmente incorporado el conector macho.

La salida del PM 300 lo compone un conector macho para conectarlo en el enchufe de la vivienda.

En el frontal del equipo PM 300 se encuentran los siguientes componentes:

- 1.- Pantalla de cristal líquido. Se señala cada una de la mediciones previstas.
- 2.- Pulsador OK donde se fija la hora y el costo de la electricidad.
- 3.- Pulsador "VALUE" que nos indica las diferentes mediciones instantáneas y acumuladas del sistema, visualizándose dichas mediciones en la parte SUPERIOR del display.
- 4º.- Pulsador "DISPLAY" que nos indica las mediciones acumuladas a lo largo del tiempo del sistema.
- 5º.- En el pulsador "VALUE" y "DISPLAY" y en su parte inferior figuran las letras M+ y M- que sirven para marcar la hora y el costo del Kw que vamos a ahorrar.
- 6º.- Pulsador "SET" que sirve para poner el PM 300 en posición de comienzo de funcionamiento del equipo.

### PROGRAMACIÓN DEL EQUIPO.

1º.- Alimentación de la batería: El equipo (de fábrica) y para evitar un consumo innecesario de la batería, viene con un protector de la misma que impide la conexión de ésta y evitar consumos innecesarios. Este protector, de color negro y situado a la vista en el compartimento de la batería, debe quitarse presionándolo hacia el exterior.

Una vez quitado, el display se alimenta y empieza a marcar los parámetros solicitados.



## PUESTA A PUNTO DEL EQUIPO.

En el inicio, se debe meter: La hora y el costo de la electricidad:

### 1º.- PARTE INFERIOR DE LA PANTALLA (se maneja pulsando "DISPLAY")

#### 1.- PUESTA EN HORA

1º.- Pulsar "SET" durante tres-cuatro segundos. Después de un ligero pitido, se señala la hora de forma intermitente. Utilizando, los pulsadores "VALUE" y "DISPLAY" se ajusta la hora. Por cada ajuste de HORA, MINUTO Y SEGUNDOS se debe pulsar la tecla OK. La hora queda marcada en la parte inferior del Display.

#### 2.- KW TOTALES

Pulsando "DISPLAY" se visualiza los Kw. acumulados producidos por el sistema desde su conexión.

#### 3.- COSTE KW

El procedimiento de meter el costo del Kw. Es exactamente el mismo que el de PUESTA EN HORA. El precio del Kw. Que se debe memorizar es el resultado de dividir la factura eléctrica por el consumo eléctrico realizado en la vivienda.

Considerando las permanentes subidas que de la electricidad en España se están produciendo, es conveniente actualizar periódicamente éste valor en función de dichas subidas.

#### 4.- COSTE TOTAL

Nos indica el ahorro económico que hemos obtenido ( en euros) desde que se ha conectado el equipo por primera vez.

#### 5.- TIEMPO TOTAL

Nos indica el tiempo transcurrido desde que inicialmente se ha conectado el PM 300.

### 2º.- PARTE INFERIOR DE LA PANTALLA ( se maneja pulsando "VALUE")

#### 1.- VOLTIOS

Una vez conectado el equipo, ésta función nos indica la tensión de trabajo de la vivienda. Normalmente estará comprendido entre 220 y 230 Voltios.

#### 2.- AMPERIOS

Nos indica los amperios que estamos produciendo instantáneamente. Este valor puede variar a lo largo del día función de la radiación solar de cada momento.

#### 3.- AMPERIOS MÁXIMO

Nos indica la intensidad máxima producida en el sistema desde el momento de su conexión inicial. Este valor se consigue a la máxima radiación solar y cuando la temperatura ambiente esté en el orden de los 20-22º C.





## 4.- WATIOS

Potencia instantánea que produce el sistema solar. Este valor, igual que en AMPERIOS, puede variar a lo largo del día,

## 5.- WATIOS MÁXIMOS

Potencia máxima que puntualmente ha suministrado el sistema desde su conexión inicial.

## 6.- SOBRECARGA

Nos indica la sobrecarga que en un momento determinado se pudiera producir en el consumo

## 7.- FRECUENCIA

Nos indica la frecuencia de la red eléctrica. Normalmente situado alrededor de 50 Hz

## 8.- COSENO DE PHI

Nos indica el coseno de PHI del sistema solar. Siempre indicará 1

## PUESTA A CERO DEL SISTEMA

La puesta a "CERO" ( valores iniciales), se consigue desconectando la batería del equipo PM 300. En ese momento, el equipo debe programarse, como se ha descrito a lo largo del documento presente, para comenzar las mediciones programadas.

Display	Digital
Nº de fases	Monofase
Tensión de entrada	220V
Rango de temperatura	-10/60°C
Dimensiones	13x8x6cm
Tipo de fase	Monofásico
Tipo de display	LCD
Potencia máxima	3680W
Corriente máxima	16A
Energía	0,01Kwh-9.999,99Kwh
Rango de medida de corriente	0,05-16A
Rango de medida de tensión	190V-276V
Batería	2xLR44,3.0V
Color	Blanco

## 14.8 Comparador (SunTrol Datalogger)



**Suntrol® Data Logger**

STL 200 (BT)      STL 400 (BT)      STL 800 (BT)

The Suntrol Data Logger enables comprehensive monitoring of the SolarWorld solar power system. It comes in three variants, which are used depending on the size and scope of the solar power system. The Data Logger is connected to the inverter of the solar power system via an RS485 interface or, optionally, via Bluetooth. When used in conjunction with the Suntrol Portal you can monitor the performance of the solar power system, the inverters, the yield forecast and degradation calculations online and at any time via smart phone or PC.

[www.solarworld.com](http://www.solarworld.com)

**SOLARWORLD**  
We turn sunlight into power.

# Suntrol® Data Logger

SW-09-5087J5 09-2011

## PRODUCT COMPARISON

	STL 200 (BT)*	STL 400 (BT)*	STL 800 (BT)*
<b>Inverter communication/Inverter = Inv.</b>			
Max number of inv.	2	10	100
Communication interface	RS485	RS485	2 x RS485
Cross-system inv. operation	No	No	Yes
Maximum cable length	0.6 miles	0.6 miles	0.6 miles
Compatible with all common inverters	Yes	Yes	Yes
*Bluetooth (optional)	Yes	Yes	Yes
<b>System monitoring</b>			
String monitoring (dependent on the inv. model)	Yes	Yes	Yes
Inverter failure	Yes	Yes	Yes
Performance monitoring per inv.	Yes	Yes	Yes
Status/Error monitoring	Yes	Yes	Yes
Sensor connection (irradiation/2 x temp./wind)	No	No	Yes
Email and SMS alarm**	Yes	Yes	Yes
Local alarm (voltage-free contact)	No	No	Yes
Yield analysis	Yes	Yes	Yes
Degradation calculation	Yes	Yes	Yes
<b>Visualization</b>			
Integrated web server	Yes	Yes	Yes
Graphical visualization – local PC	Yes	Yes	Yes
Graphical visualization – USB stick	No	No	Yes
Graphical visualization – Internet	Yes	Yes	Yes
LED status	Yes	Yes	Yes
Double-spaced display/graphical touch screen display	Double-spaced display	Double-spaced display	Graphical touch screen display
Large display RS485/SO-impulse	Yes/Yes	Yes/Yes	Yes/Yes
<b>Interfaces</b>			
Ethernet network	Yes	Yes	Yes
USB stick	No	No	Yes
Analog modem/GPRS (GSM)/DSL	No	No	Yes
Voltage-free contact (relay)	No	No	Yes
Alarm contact (theft)	No	No	Yes
SO impulse in/out	Yes	Yes	Yes
<b>General data</b>			
Grid voltage/device voltage	120 V/12 V	120 V/12 V	120 V/12 V
Energy consumption	3 W	3 W	3 W
Ambient temperature	14°F to 122°F	14°F to 122°F	14°F to 122°F
Housing	Plastic	Plastic	Plastic
Dimensions (L x W X H) inches	8.27/7.87/1.57	8.27/7.87/1.57	8.27/7.87/1.57
Installation	Wall mounting	Wall mounting	Wall mounting
Protection degree	IP 20 (for indoor use only)	IP 20 (for indoor use only)	IP 20 (for indoor use only)
Warranty	24 month	24 month	24 month

## SCOPE OF DELIVERY

STL 200 and 400 (BT)	STL 800 (BT)
<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Suntrol base device</li> <li>&gt; 12 volt power supply unit</li> <li>&gt; Connection plug with terminal for RS485 interface</li> <li>&gt; User manual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Suntrol base device</li> <li>&gt; 12 volt power supply unit</li> <li>&gt; Connection plug with terminals for all sockets (except Canbus), (2 x 6 pole, 1 x 4 pole, 2 x 3 pole)</li> <li>&gt; User manual</li> </ul>

Details may vary, depending on the device model.

\*\* Installation by the respective provider.

## 14.9 Estructura soporte (SolarWorld)

### Suntub® : Paso a paso



#### A INSTALACIÓN DE LOS SOPORTES DE PLÁSTICO SUNTUB

Los sistemas de soporte Suntub constan de dos cuerpos de plástico idénticos que se insertan sencillamente uno dentro del otro. Un sistema dispone así de dos soportes altos y dos bajos que sujetan cada uno un módulo solar. Para garantizar la inclinación ideal de los módulos respecto al



sol, los Suntubs deben estar orientados con sus lados planos hacia el sur. Para unir los diferentes Suntubs se deberán aplicar y atornillar los elementos de conexión previstos ya en el soporte. La distancia lateral entre los módulos solares deberá ser mayor de 8 mm después del montaje final.



#### SISTEMA DE ALTO RENDIMIENTO

Flexible y fácil montaje — los sistemas de soporte plástico para tejado plano Suntub son ideales para la instalación sobre cubiertas de hasta una inclinación de 6° grados, p.ej., de edificios de oficinas, hoteles, etc. Estos permiten la inclinación óptima de los módulos en sentido de la luz incidente. La muy buena ventilación trasera del módulo aporta un beneficio adicional en el rendimiento. Los sistemas Suntub alcanzan en total un rendimiento mayor de aprox. un 3% que las consolas convencionales para tejado plano. Además le ofrecen al cliente una seguridad de calidad de muchos años, con una garantía de componentes de diez años.



### B LASTRADO Y MONTAJE

Los Suntubs son cargados con el lastre necesario según planificación de la instalación. Para ello se puede emplear, p.ej., grava o bloques de hormigón. Después del lastrado

se introducen los dos perfiles de aluminio en los Suntubs hasta el tope. La ranura debe situarse hacia arriba, ya que en ésta se anclan los tornillos con cabeza de martillo.



### DISEÑO ÓPTIMO

Suministro de energía limpio y estable – los Suntubs desarrollados y concebidos por los ingenieros de SolarWorld ofrecen una gran estabilidad con una carga menor. Porque el diseño aerodinámico y una superficie de contacto mayor contribuyen a reducir la carga al mínimo. El sistema de unión rápida de los soportes unos con otros es otra ventaja para el lastre. Gracias al diseño inteligente no se precisa un estudio eólico en ningún emplazamiento. Los Suntubs son sostenibles: no sólo se encargan de aumentar los rendimientos energéticos, sino también, debido a su estructura de plástico fácilmente reciclable y respetuosa con el medio ambiente, de lograr un balance global medio ambiental positivo.





### C FIJACIÓN DE LOS MÓDULOS

Una vez premontadas y aún flojas las conexiones de apriete inferiores, el módulo solar se puede colocar desde arriba y fijar con las conexiones de apriete superiores. Por favor tenga en cuenta que los módulos deben estar centrados sobre el Suntub. Una vez orientados los módulos solares se pueden apretar todos los tornillos.



### D CABLEADO

El cableado debe llevarse a cabo en base al plano unifilar. Al tender los cables se debe tener en cuenta que los cables estén protegidos contra daños. La conexión a la red y por consiguiente la puesta en marcha deberá llevarla a cabo exclusivamente un electricista cualificado.



## INSTALACIÓN RÁPIDA

Sencillamente y sin complicaciones: los componentes perfectamente compatibles de SolarWorld facilitan el montaje y permiten una instalación rápida en poco tiempo. Para montar los Suntubs no es necesario intervenir en la cubierta del tejado ni en el revestimiento del suelo. Las instalaciones se realizan equipar de forma flexible con diferentes tipos de módulos, p.ej., con los Sunmodule Plus de SolarWorld. Los Sunkits de SolarWorld constan, junto a los sistemas de montaje para tejado plano extremadamente resistentes Suntub, de módulos potentes e inversores y se configuran de manera personalizada a medida.



## Suntub® – Eficiencia para tejados planos

- › Ángulo de irradiación optimizado
- › Mayor eficiencia
- › Aprox. un 3% más rendimiento
- › 10 años de garantía para sus componentes
- › Diseño aerodinámico optimizado
- › Un lastre considerablemente menor por su mayor superficie de contacto
- › Sin la necesidad de realizar estudios eólicos
- › Componentes perfectamente compatibles
- › Montaje sencillo que supone un ahorro de tiempo